

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN
FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* L.) BAJO EFECTO DE
DIFERENTES MOMENTOS DE APLICACIÓN
FOLIAR Y DOSIS DE ÁCIDO HÚMICO. VALLE DEL
MEDIO PIURA. 2018”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Br. CINTHYA JESABEL GALLO RUIZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ
2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN FRIJOL
LOCTAO (*Vigna radiata* L.) BAJO EFECTO DE DIFERENTES
MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR Y DOSIS DE ÁCIDO
HÚMICO. VALLE DEL MEDIO PIURA. 2018”**

TESIS

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA PARA
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ING. VÍCTOR R. TULLUME CAPUÑAY MBA.
ASESOR**

**Br. CINTHYA JESABEL GALLO RUIZ
TESISTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ
2018**

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

Yo: **Br. CINTHYA JESABEL GALLO RUIZ**, identificado con DNI N° 72114282, Bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en José María Raygada N° 371 AA.HH Sánchez Cerro – Querecotillo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Celular: 951731440

Correo: cinthya.gallo.r@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N° 27444, y ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fé de lo cual firmo la presente.

Piura, Julio del 2018.

.....

DNI N° 72114282



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN FRIJOL
LOCTAO (*Vigna radiata* L.) BAJO EFECTO DE DIFERENTES
MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR Y DOSIS DE ÁCIDO
HÚMICO. VALLE DEL MEDIO PIURA. 2018”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. CINTHYA JESABEL GALLO RUIZ

APROBADO POR:

J. Domínguez

Dr. JUAN G. ADANAQUÉ ZAPATA
PRESIDENTE

ING. CARLOS E. SAN MARTÍN ZAPATA
VOCAL

Ricardo Peña Castillo

ING. RICARDO PEÑA CASTILLO MSc.
SECRETARIO

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ
2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
041-2018-UIFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* L.) BAJO EFECTO DE DIFERENTES MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR Y DOSIS DE ACIDO HUMICO. VALLE DEL MEDIO PIURA.2018", conducido por la BR. CINTHYA JESABEL GALLO RUIZ, asesorado por el Ing. Victor R. Túllume Capuñay MBA.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, la declaran APROBADA, en consecuencia queda en condiciones de ser calificada APTA para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 27 de Junio del 2018.

Dr. Juan G. Adanaqué Zapata
Presidente

Ing. Carlos E. San Martín Zapata
Vocal

Ing. Ricardo Peña Castillo MSc.
Secretario

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a **DIOS** por darme salud y las fuerzas necesarias para vencer todo obstáculo en mi carrera universitaria

A mis padres:

Que con su esfuerzo y trabajo me dieron su apoyo incondicional en cada momento de mi vida. A mi madre querida por depositar su confianza y amor en mí, dejándome tomar mis propias decisiones.

A mis hermanas:

Que siempre estuvieron pendiente de mi desarrollo personal y profesional.

A todos las personas que estuvieron conmigo durante la carrera universitaria demostrándome su cariño y lealtad.

AGRADECIMIENTO

Gracias de corazón a todos los Ingenieros que compartieron sus conocimientos para hacer de esta persona un profesional competitivo.

A mi asesor, por todos los conocimientos impartidos, por las anécdotas y amistad brindada, por confiar en mí y animarme a superarme constantemente, sin su apoyo no hubiera sido fácil la culminación de esta tesis.

Gracias a todos por vuestro apoyo respaldo y gran aprecio a lo largo de estos años

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	03
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	03
1.2. Formulación del problema de la investigación.....	03
1.2.1 Problema General.....	03
1.2.2 Problemas Específicos.....	03
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	04
1.4. Objetivos.....	05
1.4.1 Objetivo General.....	05
1.4.2 Objetivos Específicos.....	05
1.5. Delimitación de la investigación.....	05
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	08
2.1. Antecedentes de la investigación.....	08
2.2. Bases teóricas.....	12
2.3. Glosario de términos básicos.....	29
2.4. Hipótesis.....	30
2.4.1 Hipótesis General.....	30
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	30
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Enfoque.....	31
3.2. Diseño.....	31
3.3. Nivel y tipo.....	31
3.4. Sujetos de la investigación: Universo, población, muestra	31
3.5. Métodos y procedimientos.....	32
3.5.1. Análisis físico-químico del suelo.....	32
3.5.2. Observaciones climáticas.....	32
3.5.3. Factores en estudio.....	32
3.5.4. Tratamientos en estudios.....	33
3.5.5. Materiales y equipos.....	35

3.5.6. Conducción del experimento.....	35
3.5.7. Observaciones experimentales.....	37
3.5.8. Análisis económico.....	39
3.6 Técnicas e instrumentos.....	39
3.7 Características del campo experimental.....	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	41
4.2. Condiciones climatológicas.....	43
4.3. Rendimiento de grano (Kg /ha.).....	45
4.4. Número de vainas por planta.....	51
4.5. Número de granos por vaina.....	55
4.6. Peso de 100 granos (g.).....	60
4.7. Altura de planta (cms.).....	65
4.8. Área foliar por planta (dm ²)	69
4.9. Número de nódulos por planta.....	73
4.10. Días al inicio de floración y días a la cosecha.....	77
4.11. Análisis económico.....	78
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	81
CAPÍTULO VI : RECOMENDACIONES.....	82
CAPÍTULO VII : REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	88

ÍNDICE DE CUADROS

N°		Pág.
3.1	Determinaciones del análisis físico-químico del suelo experimental.....	32
3.2	Factores en estudio.....	33
3.3	Tratamientos en estudio.....	34
4.1	Resultados del análisis físico – químico del suelo del campo Experimental.....	42
4.2	Datos climatológicos promedios mensuales durante ejecución del experimento. Piura 2017.....	44
4.3	Análisis de varianza para el Rendimiento de grano (Kg. /área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m ²)	47
4.4	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e interacción sobre el Rendimiento de grano (kg/ha.)	47
4.5	Análisis de varianza para Número de vainas por planta.....	52
4.6	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e Interacción sobre el Número de vainas por Planta.....	52
4.7	Análisis de varianza para Número de granos por vaina.....	57
4.8	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e Interacción sobre el Número de granos por vaina.....	57
4.9	Análisis de varianza para Peso de 100 granos (g.).....	73
4.10	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e interacción sobre el Peso de 100 granos (g)	62
4.11	Análisis de varianza para Altura de planta (cms.).....	66
4.12	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e Interacción sobre Altura de planta (cms).....	66
4.13	Análisis de varianza para Área foliar por planta (dm ²)	70

4.14	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e interacción sobre el Área foliar por planta...	70
4.15	Análisis de varianza para Número de nódulos por planta.....	74
4.16	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Momentos de aplicación, Dosis de ácido húmico e interacción sobre el Número de nódulos por planta	74
4.17	Días al Inicio de floración y periodo vegetativo.....	77
4.18	Análisis económico.....	79
4.19	Costo de producción por hectárea.....	80

ANEXOS

8.1	Rendimiento de grano (kg/área cosechable) 1.6 m. x 6.0 m. = 9.60 m ²	89
8.2	Rendimiento de grano (Kg/ha.).....	90
8.3	Número de vainas por planta	91
8.4	Número de granos por vaina	92
8.5	Peso de 100 granos (g.).....	93
8.6	Altura de planta (cm.)	94
8.7	Área foliar por planta (dm ²)	95
8.8	Número de nódulos por planta	96

ÍNDICE DE FIGURAS

N°		Pág.
4.1	Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Rendimiento de grano (kg/ha)..	48
4.2	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre el Rendimiento de grano (kg/ha)...	48
4.3	Efecto de las interacciones sobre el Rendimiento de grano (kg/ha).....	49
4.4	Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Número de vainas por planta.	53
4.5	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre el Número de vainas por planta....	53
4.6	Efecto de las interacciones sobre el Número de vainas por planta.....	54
4.7	Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Número de granos por vaina..	58
4.8	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre el Número de granos por vaina...	58
4.9	Efecto de las interacciones sobre el Número de granos por vaina.....	59
4.10	Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Peso de 100 granos (g.).....	63
4.11	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre el Peso de 100 granos (g.).....	63
4.12	Efecto de las interacciones sobre el Peso de 100 granos (g.).....	64
4.13	Efecto principal Momentos de aplicación sobre Altura de planta (cm.).....	67
4.14	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre Altura de planta (cm.).....	67
4.15	Efecto de las interacciones sobre Altura de planta (cms.).....	68

4.16	Efecto principal Momentos de aplicación sobre Área foliar por planta (dm ²)...	71
4.17	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre Área foliar por planta (dm ²)....	71
4.18	Efecto de las interacciones sobre Área foliar por planta (dms ²)	72
4.19	Efecto principal Momentos de aplicación sobre el Número de nódulos por planta	75
4.20	Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre Número de nódulos por planta.....	75
4.21	Efecto de las interacciones sobre el Número de nódulos por planta..	76

ANEXO:

CROQUIS	Dimensiones	de	unidad	97
01:	experimental.....			
CROQUIS	Aleatorización	y	distribución	de 98
02:	tratamientos.....			

RESUMEN

xiii

Teniendo como objetivo general: Determinar la producción de grano en frijol loctao (*Vigna radiata* L.) bajo efecto de diferentes momentos de aplicación y dosis de ácido húmico. Valle del Medio Piura. 2017, en el presente trabajo de investigación se empleó semilla de la variedad de frijol Loctao “Vista Florida” de procedencia del Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque – IDAL, el producto comercial LIQ HUMUS además un biocida elaborado a base de ajo.

El diseño de investigación es Experimental, el nivel desarrollado es descriptivo y explicativo. Se empleó el diseño experimental de “Bloques Completos al Azar” (BCA) dispuestos en parcelas divididas, estudiándose en parcelas el factor Momentos de aplicación y en sub-parcelas el factor dosis de ácido húmico.

El suelo fue franco arenoso, un pH igual a 7.09, bajo contenido de materia orgánica y de nitrógeno total, nivel de fósforo medio y nivel alto de potasio. El suelo experimental no presentó problemas de sales.

Las conclusiones del presente experimento son:

1. El momento de aplicación foliar de ácido húmico más apropiado fue Botoneo floral + Inicio de formación de vainas.
2. La dosis de ácido húmico de mayor incidencia en producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao, fue la de 2.0 l/200 l. de agua que permitió obtener 1875.87kg/ha.
3. La interacción de mejor respuesta agronómica a las condiciones de estudio fue la del momento de aplicación foliar Botoneo floral + Inicio de formación de vainas con la dosis de ácido húmico de 2.0 l/200 l. de agua, que reporta un rendimiento de grano igual a 2138.02 kg/ha.
4. La mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación, fue: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas x 2.0 l. /200 l agua (M₂D₂) al obtener un valor de 0.56

Palabras claves: Producción de grano, Momentos de aplicación, Dosis de Acido húmico, Frijol loctao, Variedad, Características morfoproductivas.

SUMMARY

xiv

Having as general objective: To determine the production of grain in loctao bean (*Vigna radiata* L.) under the effect of different moments of application and humic acid dose. Valley of the Middle Piura. In this research work, seeds from the Loctao bean variety "Vista Florida" were used from the Lambayeque Agrarian Development Institute - IDAL, the commercial product LIQ HUMUS plus a biocide made from garlic.

The research design is Experimental, the developed level is descriptive and explanatory. The experimental design of "Complete Random Blocks" (BCA) arranged in divided plots was used, the factor of application moments being studied in plots and the dose factor of humic acid in sub-plots.

The soil was sandy loam, a pH equal to 7.09, low content of organic matter and total nitrogen, medium phosphorus level and high potassium level. The experimental soil did not present salt problems.

The conclusions of the present experiment are:

1. The time of foliar application of humic acid more appropriate for the best grain production and expression of the morpho-productive characteristics of the locta bean was Botoneo floral + Start of pod formation
2. The dose of humic acid with the highest incidence in grain production and expression of the morpho-productive characteristics of locust beans was 2.0 l / 200 l. of water that allowed to obtain 1875.87kg / ha.
3. The interaction of the best agronomic response to the study conditions was that of the moment of foliar application Floral botoneo + Start of pod formation with humic acid dose of 2.0 l / 200 l. of water, which reports a grain yield equal to 2138.02 kg / ha.
4. The best benefit-cost ratio in the present research work was: Bot. floral + In. form pods x 2.0 l. / 200 l water (M2D2) when obtaining a value of 0.56

Key words: Grain production, Moments of application, Humic acid dose, Locta bean, Variety, Morpho-productive characteristics.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas de grano constituyen un alimento de gran importancia que se caracteriza por poseer un elevado contenido proteico (20-25% del peso seco). En muchos países del tercer mundo constituyen la principal fuente de proteínas, y evitan muchas enfermedades carenciales al complementarse con una dieta de cereales. Actualmente el consumo de leguminosas varía entre los 3 g/persona/día en los países de Europa Occidental y los 71 g/ persona/ día en la península del Indostán. Los hidratos de carbono son el principal componente cuantitativo de las semillas de leguminosas; el más abundante es el almidón, seguido por la xilosa. Las proteínas, principalmente las globulinas y en menor proporción albúminas y glutelinas, son abundantes en los granos de leguminosas. Sin embargo, estas proteínas suelen ser deficitarias en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) y ricas en arginina y lisina. Las semillas de leguminosas son ricas en vitaminas y minerales, especialmente vitaminas B1, B2, E, A, niacina y ácido fólico así como calcio y hierro. (De Haro, 1983, mencionado por Fernández, Marzo, Román, Díaz y Santidrian, 1995)

La producción de estos cultivos se realiza en más de 184 países en 79 millones de has. En el 2011 el comercio internacional de leguminosas de grano alcanzó las 12 millones de toneladas por un valor de 9 Mil millones de dólares. La India, China, Canadá y Brasil son los más importantes productores de legumbres secas. El volumen de la producción de este grupo de alimentos, que no incluye a las leguminosas oleaginosas, como la soya, con 241 millones de toneladas; ni al maní, con 40 MM de TM; los ubica en el 4to lugar de importancia después del trigo, el maíz y el arroz (FAOSTAT; 2011, 2012).

Por otro lado las condiciones agro-climáticas de nuestra región son favorables para el crecimiento y desarrollo de estas especies y dentro de éstas resalta el Frijol Loco, el cual destaca por su buena demanda comercial y nutricional tanto en el ámbito nacional como internacional.

Para restablecer los contenidos de materia orgánica de los suelos, los agricultores han utilizado, en muchos casos, cantidades muy importantes de sustancias húmicas comerciales.

Es decir, hasta ahora, las sustancias húmicas se han venido empleando mayoritariamente como mejoradores de las condiciones de fertilidad de los suelos, aprovechado sus efectos indirectos sobre los cultivos. En la actualidad se pretende explorar los efectos directos de estos compuestos sobre la planta. Es decir, los efectos bioestimulantes o bioactivadores (like-auxine) que puedan tener. Sin duda, este nuevo enfoque de las sustancias húmicas requiere estudios completos que determinen cuáles son esos efectos, en qué magnitud y por qué se producen, para, de esa manera, poder establecer dosis y épocas de aplicación, así como toda la información pertinente para un empleo óptimo de dichas sustancias por parte del agricultor. Dado que tratamos de estudiar el carácter bioactivador de estos productos, la vía de aplicación a los cultivos que nos pareció más adecuada, más directa, sin menosprecio de la aplicación tradicional al medio radicular, fue mediante pulverizaciones foliares. (Ramos, 2000).

Dada las tendencias de los diferentes mercados en el consumo de alimentos sanos e inocuos se exige la utilización de insumos que encuadren dentro de estos fines, por lo que el presente trabajo de investigación conlleva al estudio de los llamados Extractos Húmicos con el propósito de brindar pautas técnicas debidamente comprobadas que permitan mejorar la calidad del manejo del cultivo y así incrementar la demanda de los productos cosechables.

Según información estadística, se establece que durante el año 2016 se sembraron a nivel nacional 200 has. de frijol loctao con una producción de 300 Tm. con una producción promedio por hectárea de 1500 kg. SIEA (2015), reportándose como zonas de producción en la Costa norte: La Libertad (Chepén); Lambayeque; y Piura. En la Selva alta: San Martín y Ucayali. (MINAGRI 2017)

CAPÍTULO I

ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1.DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En nuestros Valles la tecnología en el manejo específicamente del frijol loctao es incipiente y ante la demanda de alimentos completamente inocuos para el bienestar de la salud humana y con el fin de mejorar las capacidades de nuestros productores en este tipo de especies alimenticias se hace necesario en el presente trabajo de investigación apreciar los efectos de las sustancias húmicas y establecer el momento de apropiada aplicación que permita mejorar los conocimientos agronómicos y técnicos en este cultivo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Problema General

¿El momento de aplicación y dosis de ácido húmico influye en la producción de grano en el frijol loctao (Vigna radiata L.) Valle del Medio Piura?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cuál es el momento de aplicación de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao?

¿Cuál es la dosis de ácido húmico de mejor efecto sobre el rendimiento de grano del frijol Loctao?

¿La interacción de los factores en estudio afectan las características morfo productivas del frijol Loctao?

¿Cuál es la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La mayor importancia de estas especies radica en su utilidad alimenticia. Sus granos contienen altos niveles de proteínas (22 a 28%); vitaminas del complejo B, como el ácido fólico, indispensable en las madres gestantes y el desarrollo humano, la Tiamina y la Niacina; minerales, principalmente, hierro, fósforo y potasio a niveles superiores al de la carne de vacuno; además de calcio, magnesio y yodo. (MINAGRI 2016)

También, son fuente de hidratos de carbono, fibra alimenticia y pigmentos flavonoides con poderes antioxidantes. Está comprobado que el bajo contenido de grasa de los granos, las propiedades antioxidantes y la capacidad de reducir la glucosa y los niveles de colesterol en sangre, contribuyen a prevenir la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares. La fibra alimenticia facilita el tránsito y la salud intestinal contribuyendo a reducir la incidencia de cánceres al colon y al tracto digestivo. Por todas estas características, las menestras han pasado de ser alimentos de los pobres a ser alimentos nutraceuticos, recomendados por autoridades médicas de diversas partes del mundo, particularmente de los Estados Unidos de Norteamérica. (Anderson, et al 1999; Layden, 2008; Kolonel et al, 2000; Hangen 2002).

Dada las exigencias de los mercados internacionales, en la actualidad se le brinda gran interés a la calidad de las especies alimenticias, como el frijol loctao, por lo que su técnica de manejo debe estar orientada a mejorar la productividad enlazado con la mejor calidad de las cosechas. A esto es menester efectuar investigaciones con productos comerciales no dañinos a los recursos naturales, que sean amigables al medio ambiente y entre estos destacan los Ácidos húmicos, productos que favorecen los mecanismos fisiológicos de los vegetales y que aplicados en los momentos adecuados nos permiten mejorar las cosechas.

Por otro lado las condiciones agro-climáticas de nuestra región son favorables para el crecimiento y desarrollo de estas especies y dentro de éstas resalta el Frijol Loctao, el cual destaca por su buena demanda comercial y nutricional tanto en el ámbito nacional como internacional.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Determinar la producción de grano en frijol loctao (Vigna radiata L.) bajo efecto de diferentes momentos de aplicación y dosis de ácido húmico. Valle del Medio Piura. 2017”

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el momento de aplicación de ácido húmico más apropiado para la mejor producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao.
- Establecer la dosis de ácido húmico de mayor incidencia en producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao
- Determinar la interacción de mejor respuesta agronómica a las condiciones de estudio.
- Establecer la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación.

1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las condiciones agroecológicas del Centro de Investigación y Producción de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

Ubicación Política

Región : Piura
Departamento : Piura
Provincia : Piura
Distrito : Castilla
Valle : Medio Piura

Ubicación Geográfica

Latitud : 05° 12' 00" Sur

Longitud : 80° 34' 51" Oeste
Altitud : 30 m. s. m.

1.5.2 Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 80 días, y se inició con la limpieza del campo experimental el 15 de Febrero 2018 finalizando con la labor de cosecha el 28 de Mayo del 2018.

1.5.3 Delimitación social

Este proyecto involucró a los productores de leguminosas de grano del sector de Miraflores del Valle del Medio Piura.

1.5.4. Delimitación conceptual

Ácidos húmicos: Los ácidos húmicos es un componente principal de las sustancias húmicas, que son los principales componentes orgánicos del suelo (humus) como la turba, el carbón, etc. Es producido por la biodegradación de la materia orgánica muerta. Son moléculas complejas que existen de forma natural en los suelos, turbas, océanos y aguas frescas. La mejor fuente de ácidos húmicos son las capas de sedimentación de carbón marrón suave, que se conocen como leonardita. Los ácidos húmicos se encuentran en alta concentración aquí. Leonardita es materia orgánica, que no ha alcanzado el estado de carbón y se diferencia de lignito blando por su alto grado de oxidación, el resultado del proceso de formación del carbón (BOG> Turba> carbón), y alto contenido de ácidos húmicos, así como una mayor grupos carboxilo.

Aplicación foliar: La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

Fijación biológica: La reducción de nitrógeno a amonio llevada a cabo por bacterias de vida libre o en simbiosis con algunas especies vegetales (leguminosas y algunas leñosas no leguminosas), se conoce como fijación biológica de nitrógeno (FBN). Los organismos capaces de fijar nitrógeno se conocen como diazotrofos.

Nódulos: Los nódulos radicales son asociaciones simbióticas entre bacterias y plantas superiores. La más conocida es la de *Rhizobium* con especies de Leguminosas. La planta proporciona a la bacteria compuestos carbonados como fuente de energía y un entorno protector, y recibe nitrógeno en una forma utilizable para la formación de proteínas. La simbiosis entre cada especie de leguminosa y de *Rhizobium* es específica. Por ejemplo, *Glycine max*, la soja, se asocia con la bacteria *Bradyrhizobium japonicum*

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes de investigación

A. TAXONOMÍA DEL FRIJOL LOCTAO

La clasificación taxonómica del frijol, según Toledo (s.f.) es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Subfamilia	: Faboideae
Género	: Vigna
Especie	: <u>Vigna radiata</u> (L.) R. Wilczek

B. EXIGENCIAS AGROCLIMÁTICAS DEL FRIJOL LOCTAO

El Poroto mung se cultiva en Asia, principalmente destinado a alimento. Se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértiles (Oplinger et al., 1997). Los rendimientos se ven favorecidos por temperaturas que oscilan entre los 18°C y 21°C y su ciclo dura entre 45 y 100 días (González, 1988). La fecha de siembra primaveral es septiembre-octubre, correspondiéndole una fecha de cosecha aproximada en los meses de enero- febrero; y como fecha de siembra estival diciembre-enero, correspondiéndole fecha de cosecha aproximada en el mes de marzo- abril. Es una valiosa cosecha de verano-otoño. El rendimiento medio mundial es de 0,4 t/ha de semillas, puede llegar hasta 2,5 t/ha en el caso de las variedades seleccionadas en Asia (AVRDC, 2012, mencionado por Bravo y Tealdi, 2015). Las bondades del Poroto Mung son: tolerancia a la sequía, rápida maduración y un mínimo aporte de fertilizantes.

Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA (2000), en relación al frijol loctao establece las siguientes exigencias agroclimáticas:

Clima de 20° C a 30 °C.

Suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm.

Bien drenados y nivelados.

De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso).

Con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada

Gómez (2000), en el compendio de fichas técnicas de 60 cultivos en la Región Grau, nos indica que el frijol loctao, requiere de temperaturas máximas de 40°C, como mínima de 12°C y óptimas de 18 a 24°C; en cuanto a horas de sol necesita de 6 a 7 horas y un clima templado.

Cubero y Moreno (1984), consideran que las plantas particularmente del género *Phaseolus* y *Vigna* se desarrollan muy bien en climas cálidos, se adaptan bien a suelos ligeros o medios, bien drenados. Se debe evitar los suelos excesivamente pesados, con problemas de encharcamiento. Los límites óptimos de pH para estos cultivos están entre 5.5 y 7.0 son plantas altamente sensibles a la salinidad de suelos y exceso de agua

Programa de Menestras para Exportación - PROMPEX (1999); manifiesta que el cultivo de Frijol Loctao es una de las alternativas de los agricultores, puesto que, dicha leguminosa de grano cuenta con gran aceptación en el mercado internacional de menestras; asimismo, porque es un cultivo de fácil manejo y tiene un gran potencial productivo de 2 a 2.5 ton./ha. pero reportándose una producción promedio de 1.5 a 1.8 ton./ha. Tiene un requerimiento de semilla de 15 kg./ha. y los distanciamientos son de 0.60 a 0.70 m. entre surcos (surcos simples) y de 0.50 m. entre líneas de siembra, 0.90 m. entre pares de líneas (surcos dobles) con 4 semillas cada 0.20 m. ó 20 semillas por metro de siembra mecanizada.

Valladolid, Pantaleón, Castillo Y Aquino (1998), en relación al frijol Loctao o frijol Chino nos indican que se adapta muy bien a zonas de clima de 20° C a 30 °C. con suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm.

Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA) (1989); refiere que la adaptación del frijol en los suelos americanos es muy amplia, pues debe ser cultivado desde el nivel del mar (Ecuador) hasta altitudes de más de 2500 m. (México, Guatemala, Colombia, etc.). No soporta altas temperaturas durante periodos largos más si se alternan las noches frescas puede fácilmente soportar 33°C, pero no temperaturas muy bajas, siendo la mínima de 8°C bajo la cual las plantas sufren fácilmente daños irreversibles.

El frijol necesita de una buena disponibilidad de agua, especialmente durante floración, luego la cantidad necesaria para el crecimiento de frutos. No tolera bien el exceso de agua en la segunda fase del cultivo o maduración, al igual que es conveniente una sequía prolongada en la primera fase de crecimiento.

Asimismo, establece que el frijol puede soportar suelos con un pH ligeramente inferior a 5 levemente superior a 7.5, encontrándose el pH óptimo entre 5.5 y 6. Los suelos aptos para este cultivo deben ser sueltos, arenosos y ricos en materia orgánica. Suelos muy pesados no son convenientes para el frijol.

Los mejores rendimientos se logran en aquellos de textura liviana, con adecuada fertilidad y subsuelos permeables. Independientemente del tipo de suelo, una buena provisión de humedad durante el desarrollo y floración del frijol es muy importante para obtener rendimientos positivos.

Cubero y Moreno (1984), consideran que las plantas particularmente del género *Phaseolus* se desarrollan muy bien en climas cálidos, se adaptan bien a suelos ligeros o medios, bien drenados. Se debe evitar los suelos excesivamente pesados, con problemas de encharcamiento.

Los límites óptimos de pH para este cultivo están entre 5.5 y 7.0 son plantas altamente sensibles a la salinidad de suelos y exceso de agua

C. INVESTIGACIONES SOBRE APLICACIÓN FOLIAR DE EXTRACTOS HÚMICOS EN FRIJOL LOCTAO

Quispe (2016) en el trabajo de investigación referido sobre la aplicación foliar de diferentes tipos de extractos húmicos en el frijol loctao Variedad Jumbo, tres (03) semillas por golpe en una siembra en el lomo del surco; reporta los mayores

resultados promedios en las siguientes características morfoproductivas: 38.5 vainas por planta, 5.81 gr. para el peso de 100 granos, una altura de planta de 62.78 cm., 24.22 dm². de área foliar por planta y un rendimiento de grano igual a 3109.4 kg/ha.

Culquicondor (2007), en un comparativo de ácidos húmicos: BIOCAT-15, HUMIC ACID, HUMI PLUS 24 y HUMIX GEN 25 aplicados en diferentes momentos del desarrollo del cultivo de frijol Loctao; concluyó que los mejores tratamientos en el rendimiento de grano fueron: HUMIX GEN 25 x Inicio de formación de vainas y HUMIX GEN 25 x Inicio de floración que permitieron obtener 1812.50 y 1800.60 kg./ha. respectivamente.

Ruiz (2004), en un comportamiento de dos formulaciones de ácidos húmicos en el cultivo de frijol Loctao concluyó que la formulación BIO CAT – 15 en interacción con la dosis de 4.0 l./ha. obtuvo el más alto rendimiento de grano con un valor de 1896.37 kg./ha. comportándose estadísticamente igual con el rendimiento de 1776.04 kg./ha. que se logró con BIO CAT – 15 con la dosis de 2.0 kg./ha.

Crespo (2004), en un estudio comparativo de formulaciones de Ácidos húmicos a diferentes dosis sobre el rendimiento de frijol Loctao, concluyó: que las formulaciones BIOCAT-15 y HUMIC ACID manifestaron influencia significativa en el rendimiento de grano, número de vainas por planta, peso de 100 semillas y altura de planta. El HUMIC ACID reporta rendimientos de grano de 1656.42 kg./ha. mientras que BIOCAT-15 1569.17 kg./ha. La dosis de aplicación de mayor rendimiento en grano fue la de 2.0 l./ha. con 1786.50 kg./ha

Mechato (2002), empleando diferentes dosis de ácido húmico orgánico (BIO-80) en dos variedades de frijol Loctao, obtuvo que los mayores rendimientos de grano se alcanzaron con las dosis de 40 y 60 kg./ha. de aplicación del BIO-80 con valores de 1382.53 y 1362.86 kg./ha. respectivamente de grano. De las variedades evaluadas destaca Vista Florida con 1749.87 kg./ha. Asimismo, reporta que la aplicación de ácido húmico influyó sobre las características del número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas.

2.2 BASES TEÓRICAS

Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son macromoléculas de pesos entre 800 y 500.000 U.M.A., contienen una fracción de proteínas y carbohidratos fácilmente hidrolizables unidos a un núcleo muy condensado de naturaleza aromática; sus elementos estructurales son derivados de la lignina, fenol y resorcinol, además, se encuentran además grupos alcohol, carboxi, carbonilo y quinoide (Osorio, J., 1985).

Los ácidos húmicos en bajas concentraciones elevan la permeabilidad de la membrana celular de las raíces y por lo tanto, se incrementa la toma de agua y nutrientes por la planta, ayudando al movimiento de iones metálicos transportados dentro de ésta. La activación enzimática es una de las más importantes propiedades de los ácidos húmicos; esto se explica por la presencia de grupos quinona que son aceptores de hidrógeno y al mismo tiempo son activadores de oxígeno, catalizando procesos de óxido reducción.

Sing (citado por Meléndez y Molina, 2002) sostiene que el papel de las sustancias húmicas (SH) en agricultura fue investigado por mucho tiempo. El trabajo de la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas (IHSS) se concentra en la determinación de la estructura y en la búsqueda de la aplicación en la agricultura y el ambiente. Las investigaciones de muchos años indican que las moléculas complejas de SH están compuestas por carbohidratos, proteínas y aminoácidos, esqueleto de lignina, polifenoles y otros compuestos en un arreglo geométrico variable y altamente polimerizado. Los ácidos húmicos son solubles exclusivamente en una solución alcalina. El último limita su aplicación en los suelos ácidos del Trópico Húmedo. En los suelos de la zona templada muchas veces los efectos positivos se observan después de aplicación de una dosis mayor de 50 kg ha⁻¹.

El término humus, se utilizó en la antigüedad para hacer referencia a la totalidad del suelo. Posteriormente se ha empleado como sinónimo de materia orgánica, mientras que en la actualidad, y como ya se ha mencionado, hace referencia a una fracción de dicha materia orgánica que engloba a un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, muy resistentes al ataque microbiano, de alto peso molecular, de naturaleza coloidal y propiedades ácidas (Stevenson 1994). En conclusión, las sustancias húmicas, que se encuentran con gran asiduidad en el medio

natural, en suelos, sedimentos y aguas (McCarthy et al., 1990) son residuos de las plantas y animales en estado de descomposición, unidos a los productos sintetizados por los microorganismos del suelo y ciertos intermedios de dicha síntesis (Ayuso, 1995). Esta composición no es estable sino que presenta gran dinamismo, por lo que más que un grupo de sustancias estamos ante un estado de la materia orgánica, diferente según las condiciones de su formación. Entre un 60% y un 90% de la materia orgánica del suelo está constituida por estos materiales de naturaleza lignoprotéica (Gallardo, 1980). Pero las sustancias húmicas (SH) en el suelo se encuentran asociadas, mediante uniones de carácter débil (puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals...) a otra fracción orgánica constituida por productos de composición química definida y de alto peso molecular, polisacáridos y proteínas, sustancias simples como azúcares y aminoácidos y otras pequeñas moléculas. Sin embargo, en algunos casos, esas uniones son de tipo covalente. Todo este heterogéneo grupo de materiales se engloba bajo el término de sustancias no húmicas. En conclusión, el humus está formado por sustancias húmicas y no húmicas, aunque los términos humus y sustancias húmicas son empleados como sinónimos por algunos autores (Stevenson, 1994).

Actualmente se conoce, dentro de ciertos intervalos, la composición elemental de las sustancias húmicas. Sin embargo la complejidad intrínseca de estos materiales debida a la variabilidad de factores que intervienen en su formación (material original, microorganismos del suelo, condiciones ambientales...), hace que el estudio de las estructuras químicas que las conforman y de sus efectos sobre las plantas sea realmente complicado. Por consiguiente, la incapacidad de definir las sustancias húmicas en términos químicos específicos nos fuerza a usar definiciones imprecisas, en base únicamente a las características observadas en los procesos de su fraccionamiento. En este sentido, es posible realizar un fraccionamiento de las sustancias húmicas en distintos componentes que presentan propiedades físicas y químicas diversas (Figuras II.2 y II.3). La técnica de fraccionamiento más común y aceptada es la basada en las diferentes solubilidades en agua a varios valores de pH. Así, Aiken et al. (1985) distingue entre:

- Ácidos húmicos: Como la fracción insoluble en agua en condiciones ácidas (pH <2) pero soluble a valores mayores de pH.

- Ácidos fúlvicos: A la fracción soluble en agua en todo el intervalo de pH
- Humina: Fracción insoluble a cualquier valor de pH.

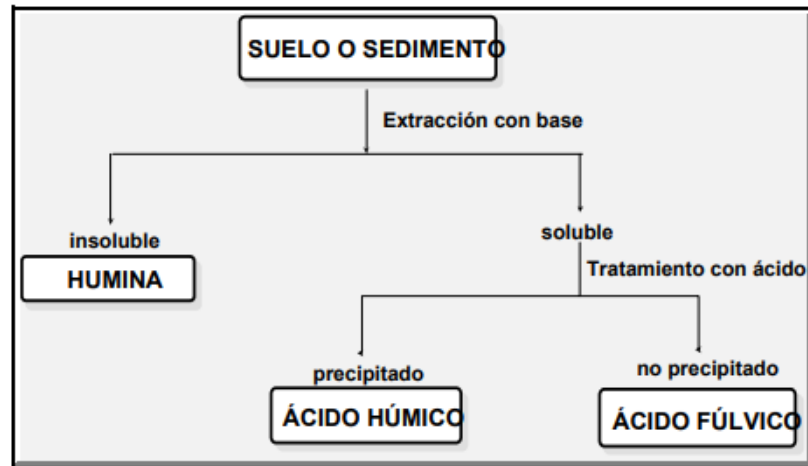


Figura II.2. Fraccionamiento de las sustancias húmicas. (Stevenson, 1994).

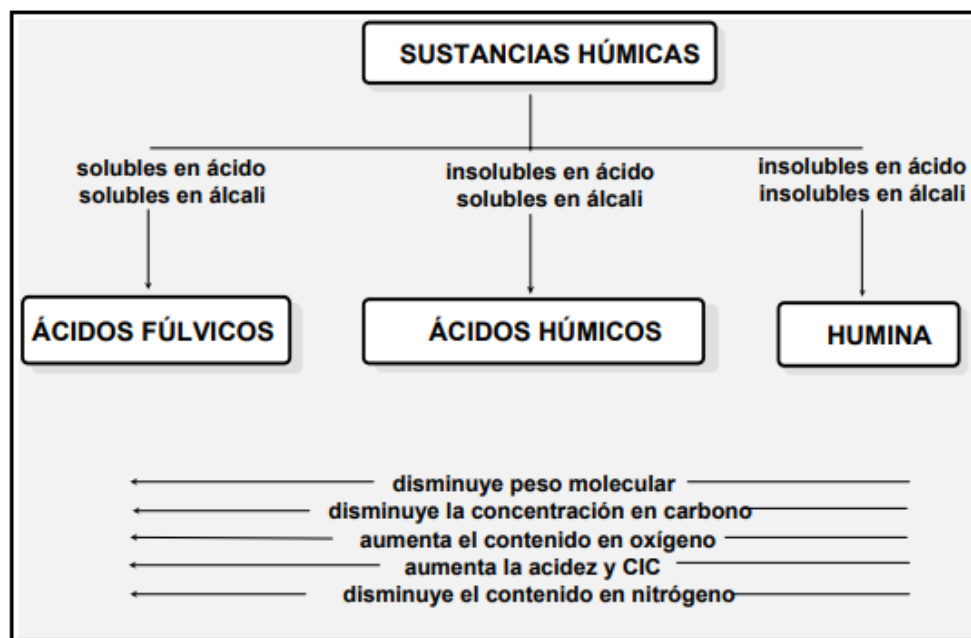


Figura II.3. Fraccionamiento de las sustancias húmicas. Propiedades. (Cuesta, 1994).

Efectos de las sustancias húmicas.

El crecimiento y producción de las plantas depende de su nutrición mineral, del agua, el aire y de otros parámetros medioambientales como luz y temperatura. Sin embargo, el efecto positivo de la materia orgánica sobre el desarrollo vegetal también está sobradamente demostrado (Csicsor et al., 1994; Galli et al., 1994; Barón et al., 1995; Varanini et al., 1995). Sin duda, la genética es la principal artífice de la enorme mejora productiva de muchas especies vegetales. Sin embargo, esta ciencia no puede ser considerada como la única responsable de los éxitos alcanzados. Resulta obvio que la creciente capacidad de control de los parásitos y el mayor conocimiento de la fisiología vegetal, sobre todo desde el punto de vista nutricional, han contribuido de manera muy significativa, a dichos avances. Y es aquí donde entran a jugar un papel decisivo productos tales como las sustancias húmicas, que exaltan la capacidad de absorción y traslocación de nutrientes por las plantas, de manera que cada proceso de biosíntesis se ve optimizado con beneficios productivos y cualitativos (Dubini, 1995). Hasta ahora, las sustancias húmicas se han venido empleando mayoritariamente como mejoradores de las condiciones de fertilidad de los suelos, es decir, para optimizar la estructura, permeabilidad, niveles de materia orgánica etc, de los suelos. O sea, se han aprovechado sus efectos indirectos sobre los cultivos. Pero con las dosis empleadas, la incidencia sobre las propiedades del suelo es muy escasa. Debido a los altos precios que han regido en el mercado para estos productos, se han venido realizando aplicaciones en dosis que podríamos denominar "comerciales". Es decir, son criterios económicos y no científicos los que dictaminan la dosificación de estas sustancias. En los últimos años, en cambio, con el desarrollo de los cultivos sobre sustrato inerte y la fertirrigación, el rol de las sustancias húmicas comerciales ha dado un nuevo giro. En la actualidad se pretende explorar los efectos directos de estos compuestos sobre la planta. Es decir, los efectos "likeauxine" u hormonales que puedan tener.

Sobre la planta.

En este trabajo, nos hemos centrado en el empleo de las sustancias húmicas comerciales como productos de acción fisiológica, es decir hemos tratado de estudiar los efectos directos, de carácter bioestimulante, sobre las plantas.

Absorción de las sustancias húmicas.

El hecho de que las sustancias húmicas puedan tener un efecto directo sobre el desarrollo vegetal, implica su absorción por las plantas. Existen estudios de cierta antigüedad (Prat et al., 1959) que muestran dicha absorción usando ^{14}C unido al material orgánico. Sin embargo, según ese estudio, sólo una pequeña fracción del material absorbido es transportado hacia la parte aérea de la planta. Otras investigaciones muestran que los ácidos fúlvicos son transportados, en mayor medida, hacia la parte aérea que los ácidos húmicos (Führ et al., 1967). De la misma manera, Vaughan et al. (1976) encontraron que los ácidos húmicos son absorbidos por raíces de trigo, y que aproximadamente un 5% es transportado hacia el tallo. Así mismo, Vaughan et al. (1981) demuestran que la proporción de absorción de ácidos fúlvicos/ácidos húmicos se incrementa con el tiempo de incubación, indicando una absorción preferente de sustancias de bajo peso molecular. También afirman que, las fracciones de ácidos húmicos de bajo peso molecular son absorbidas tanto activa como pasivamente, mientras ácidos húmicos de peso molecular superior a 50.000 Da son absorbidos sólo de forma pasiva. Vaughan et al. (1985) concluyen que casi todas las fracciones de sustancias húmicas de bajo peso molecular son absorbidas activamente por las plantas y, que los ácidos fúlvicos pueden ser biológicamente algo más activos que los ácidos húmicos. Manifiestan efectos sobre la germinación y el crecimiento radicular. Las sustancias húmicas muestran mayores efectos sobre las raíces que sobre la parte aérea.

Sladky (1959) aplicó ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, y un extracto alcohólico de materia orgánica en concentraciones de 50, 50 y 10 mg L⁻¹, respectivamente, a plantas de tomate creciendo en disolución nutritiva. Las tres fracciones de materia orgánica estimularon significativamente la longitud y peso de la raíz en comparación con una disolución nutritiva pura. Smidova (1962) estudió el efecto de un humato sódico sobre la absorción de agua y la germinación de semillas de trigo. Observó incrementos en la absorción de agua, respiración y germinación de semillas por la aplicación de disoluciones de 100 mg L⁻¹ de humato-Na. El aumento sobre la germinación fue atribuido a estímulos sobre la actividad enzimática de la semilla. Csicsor et al. (1994) revelan marcados efectos beneficiosos para la germinación de semillas de tabaco en condiciones in vitro, por la aplicación de humatos potásicos o ácidos fúlvicos, apareciendo los mejores resultados para la dosis de 200 mg L⁻¹ de humato-K (Tabla II.6). Los efectos beneficiosos son explicados en función de la capacidad de las

sustancias húmicas de actuar como donadores de electrones, de manera que pueden intervenir en la cadena respiratoria celular, incrementando el suministro de energía a las células.

Tabla II.6. Porcentaje de germinación en placa Petri. (Csicsor et al., 1994).

Tratamientos	Dosis mg/L	Germinación %	Germ. (%) ref. control
K-Humato	12	88	99,4
K-Humato	50	89	100,6
K-Humato	200	94	106,2
AF	4	88,5	100
AF	50	87	98,3
AF	200	93	105,1
Wuxal	0,2%	91	102,8
Control	--	88,5	100

En relación a este hecho Chukov et al. (1996) estudiaron la relación entre los efectos fisiológicos de sustancias húmicas y su actividad paramagnética, o lo que es lo mismo de su concentración de radicales libres. Según este autor, la concentración de radicales libres de las sustancias húmicas está directamente relacionada con la actividad fisiológica de las mismas. Sus estudios sobre germinación de semillas de lechuga en condiciones in vitro, muestran que el efecto beneficioso de sustancias húmicas y otros preparados bioactivadores, crecen simultáneamente a la concentración de radicales libres de dichos materiales, hasta una cierta “dosis óptima” a partir de la cual el efecto es inhibitorio. Csicsor et al. (1994) justifica el hecho de que los humatos potásicos son más efectivos que los ácidos fúlvicos por el hecho de que la concentración de radicales libres en los primeros es mayor, de manera que su influencia en la cadena respiratoria es superior.

<http://www.acidoshumicos.com/blog/acidos-humicos/>

Los Ácidos Húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estos influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la

absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta.

Destacar que cuando nos referimos a los ácidos húmicos, en muchas ocasiones generalizamos en sus dos componentes principales: los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. Es así por su connotación universal con el 'Humus'.

Los ácidos húmicos pueden encontrarse de forma más o menos elevada en todos los suelos, como consecuencia directa de la descomposición de los vegetales.

Los ácidos vinculados con el humus se pueden fraccionar por extracción en humina, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y ácidos úlmicos. Sus sales se conocen como humatos, fulvatos y ulmatos y son los ácidos húmicos forman el centro biológico del humus.

Su proporción en el suelo es variable ya que depende de las características del mismo. Así, podemos encontrar suelos simplemente con trazas de ácidos húmicos, hasta suelos denominados de lignito blando en el que se hallan ácidos húmicos de una concentración superior al 80%. El término técnico del lignito blando está considerado internacional Leonardita.

Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, siendo su grado de oxidación y el de sus componentes más uniformes. Jiloca Industrial Jisa, sólo utiliza los mejores Ácidos Húmicos para la fabricación de sus fertilizantes agrícolas.

¿Cuáles son los beneficios de los ácidos húmicos?

Con el tiempo y el exceso de fertilización mineral en los campos de cultivo, la materia orgánica disponible en ellos disminuía continuamente. Fruto de ello, aparecieron diferentes problemas como la salinización, la calcificación de los suelos, la disminución de su fertilidad, la destrucción de los microorganismos útiles, un incremento de la erosión y desertificación, más enfermedades, e incluso una acumulación de residuos tóxicos en ellos, derivada entre otros de la aplicación de ejemplo herbicidas en los suelos.

¿Qué efectos tienen los ácidos húmicos sobre las plantas?

Los efectos que provocan los ácidos húmicos sobre las plantas tienen lugar en muchos aspectos de la misma. Por ejemplo, aplicando una solución diluida de humato sobre

ellas antes de la siembra, estimula las membranas celulares, sus actividades metabólicas y con ello su poder germinativo.

En las raíces aumenta su capacidad de absorción de elementos nutritivos, que junto con el incremento de la fotosíntesis de sus hojas, aumenta el vigor y productividad.

La incidencia de los ácidos húmicos sobre los frutos o semillas, aumenta su riqueza en materia seca, mejorando factores organolépticos, conservación y transporte.

También posee influencias sobre el estado de sanidad de las plantas, ya que los ácidos húmicos favorecen la actividad y vigor de las plantas y con ello su fortaleza ante problemas fitosanitarios. Sin olvidar que estimulan la actividad de microorganismos útiles en el suelo y ayuda a un equilibrio biológico más natural alrededor del sistema radicular de la planta.

¿Dónde se pueden aplicar los ácidos húmicos?

Los ácidos húmicos, gracias a las diferentes formas de formulación, pueden ser aplicados para el enriquecimiento de sustratos comerciales, en el tratamiento de semillas para mejorar su germinación, etc.

Están indicados tanto para ser aplicados en fertirrigación en cultivos hidropónicos como directamente en el campo en cultivos tradicionales, ya sea mediante el riego (fertirrigación) como extendido sobre el terreno. Para cada ocasión, existe el formulado rico en ácido húmico más adecuado.

Así, los ácidos húmicos pueden ser aplicados de forma foliar, directamente al suelo o mediante el agua de riego.

En cuanto a tipos de suelo, pueden ser aplicados en cualquier tipo: pesados arcillosos, ligeros arenosos... así como aquellos con bajo contenido de materia orgánica o que necesiten ser mejorados por problemas de erosión.

Biofix Holding, INC. (2009), en relación a los Ácidos húmicos indica:

Que son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Los Ácidos húmicos influyen en la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua. Los Ácidos húmicos contribuyen

significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes.

Reportes sobre ácidos húmicos han indicado un incremento en la permeabilidad de las membranas de las plantas, estimulando la absorción de nutrientes. Muchos investigadores han observado un efecto positivo en el crecimiento de varios grupos de microorganismos. Hay evidencia también que parte de las materias húmicas contienen poblaciones grandes de Actinomicetos (microorganismos que tienen en común propiedades de hongos y también de bacterias) que pueden degradar una amplia gama de sustancias inclusive de celulosas, humicelulosa, proteínas, y ligninas.

Los fertilizantes húmicos de carbón activan los procesos bioquímicos en plantas (respiración, fotosíntesis, y el contenido de clorofila) e incrementa la calidad y rendimiento de muchas cosechas.

Claramente los ácidos húmicos son beneficiosos al agricultor, ya que

- Incrementa rendimiento de cosecha

- Incrementa permeabilidad de las membranas

- Incrementa la absorción de nutrientes

- Aumenta crecimiento de organismos del suelo

- Estimula procesos bioquímicos en las plantas

- Estimula el desarrollo de las raíces

- Aumenta la utilización de fosfato

- Tiene capacidad alta de cambio de base

Los ácidos húmicos tienen dos componentes principales: ácido húmico y ácido fúlvico, en diferentes proporciones según su origen y método de extracción. La mezcla de estos ácidos se les conoce generalmente como ácido húmico, por su connotación universal con el "Humus" concepto con el que se describía la mayor fertilidad y mejor condición.

Humin Tech (2009), considera que el proceso de humificación consiste en la degradación o descomposición de la materia orgánica como proteínas, carbohidratos, etc. que por procesos de síntesis y polimerización producen nuevos agregados químicos que se llaman ácidos húmicos. Tienen estructura aromática compleja y variable, son compuestos de masa molecular entre 10 000 y 50 000 g/mol. Los ácidos

húmicos se clasifican en tres grupos: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas de acuerdo a su solubilidad en diferentes solventes como agua, bromuro de acetilo, alcohol etílico y el hidróxido de sodio en solución.

Los ácidos fúlvicos representan la fracción de humus extraíble por álcali, que no precipita por ácidos y que tiene color amarillento rojo. Generalmente son compuestos fenólicos de peso molecular bajo. Los ácidos húmicos se extraen con hidróxido de sodio y que puede precipitar por ácidos como el ácido clorhídrico. Generalmente son polímeros de alto peso molecular que forman coloides esféricos, su capacidad de intercambio catiónico se debe a la presencia de la función ácido orgánico (-COOH) y de la función hidroxilo. La fracción de los ácidos húmicos soluble en etanol se denomina ácido himatomelánico, que es de color marrón rojizo. Los ácidos húmicos pardos son más difíciles de flocular y son más pobres en nitrógeno que los ácidos húmicos grises. Las huminas representan la fracción que sólo es soluble en solución de hidróxido de sodio caliente.

Suplemento Rural (2010), con respecto a las Sustancias Húmicas establece que son producto del proceso de HUMIFICACIÓN de la Materia Orgánica en descomposición. Este proceso se da de manera natural en el suelo cuando el agricultor realiza aplicaciones de cualquier fuente de materia orgánica (como guano de rumiantes, “humus” de lombriz, etc.). La obtención de Sustancias Húmicas a partir de esta aplicación toma 2-3 años, es por eso que la tendencia actual es la aplicación directa de Sustancias Húmicas (comercializados como Extractos Húmicos) para obtener de manera inmediata sus beneficios y ventajas.

Actualmente, las Sustancias Húmicas se aplican al suelo como acondicionadores y estimulantes del crecimiento de las plantas, y gracias a su alta efectividad, son conocidos como el “oro negro” de la agricultura.

Los extractos húmicos es la fracción activa de la materia orgánica, de origen vegetal o animal. En otras palabras es la “esencia” activa de toda materia orgánica. Las sustancias húmicas están constituidas por grupos heterogéneos que no están definidos por una composición determinada, sino que se establecen en base a su comportamiento frente a determinados reactivos. El humus al ser tratado con una serie de reactivos extractantes se separa en una serie de fracciones. A cada fracción obtenida se le

denomina EXTRACTO, y según su comportamiento y características se agrupan en: Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos y Huminas

Ácidos Húmicos; Fracción activa soluble en álcalis (sodas) fuertes. Se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro. Esta fracción se subdivide en Ácidos Húmicos Grises y Ácidos Húmicos Pardos (los primeros insolubles en solución de Calcio).

Promueven la formación del Complejo Arcillo Húmico, aumentando de esa manera la Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) del Suelo y la biodisponibilidad de Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , NH_4^{+} , Fe^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} y Mn^{+2} .

Fuerte acción quelatizante, aumentando la biodisponibilidad de Fe, Zn, Mn y Cu.

Mejoran la estabilidad estructural de los agregados.

Su efecto sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo son bastante permanentes debido a la gran estabilidad de sus moléculas cíclicas.

Ácidos Fúlvicos; Fracción Activa soluble en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos.

- Son de muy rápida asimilación por las plantas debido a sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes.
- Promueven la formación del Complejo Arcillo Húmico, aumentando de esa manera la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del Suelo.
- Reducen los riesgos de fitotoxicidad por exceso de metales pesados.

Huminas; Fracción Activa no extraíble con reactivos alcalinos o huminas. Son los extractos más complejos de las Sustancias Húmicas. Poseen carga Positiva. Constituyen en sí mismas una fuente de Ácidos Húmicos, los cuales son contenidos en un inicio en su estructura molecular y son liberados gradualmente. Aumentando o mejorando la Capacidad de Intercambio Aniónico (CIA) del Suelo.

Aumentan la Capacidad de Intercambio Aniónico, mejorando la biodisponibilidad de NO^{-3} , HPO_4^{-2} y SO_4^{-2} .

- Mejoran la estabilidad estructural de los agregados.

Las Sustancias Húmicas como bioestimulantes

Las Sustancias Húmicas, además de su influencia química, física y biológica (prebiótica y probiótica) sobre las propiedades del suelo, también poseen auxinas y/o precursores de su síntesis o actividad, por lo que en efectos globales, su efecto en el metabolismo de los cultivos se nota en una mayor asimilación de dióxido de carbono, mayor síntesis de ATP, mayor respiración mitocondrial y actividad fotosintética.

Fertilizantes orgánicos S.A.C.- FOSAC. (2007), en relación al uso de los ácidos húmicos indica las siguientes ventajas.

Ventajas al usar los ácidos o extractos húmicos

Son inmejorables las ventajas que obtenemos al usar los ácidos húmicos, tanto en las plantas como en el suelo y al mezclar con fertilizantes sintéticos.

- Los ácidos húmicos son los mejores quelatizantes naturales.
- Recuperación de suelos desgastados.

Al incorporar ácidos húmicos, unimos partículas sueltas del suelo, formándose agregados que son unidades estructurales de mayor cohesión, con lo que se consigue una mejor aireación y retención del agua.

- Desbloquea a los minerales (nutrientes) de su estado insoluble.

El fósforo(P), hierro(Fe), cobre(Cu), zinc(Zn), manganeso(Mn), bajo la forma insolubles, al entrar en contacto con los ácidos húmicos pasan a la forma soluble y son asimilables por las plantas. Mejora la movilidad del calcio (Ca) en el suelo y dentro de la planta.

- Inhibe la acción fitotóxica de algunos elementos.

Por el efecto tampón buffer que tienen los ácidos húmicos, se inhibe la acción fitotóxica de algunos elementos que pueden presentarse en exceso tal como el cloro (Cl) y el sodio (Na) que son absorbidos por los ácidos húmicos.

- Aumenta la actividad microbiana en el suelo.

Al mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, la flora microbiana se incrementa porque hay una mejor aireación, mejor retención de humedad y un pH adecuado para la actividad microbiana.

- Mejora la sanidad de las plantas.

Los ácidos húmicos brindan mayor resistencia a los cultivos contra el ataque de patógenos (hongos, bacterias y hasta nematodos) por la acción de los fenoles. También aumenta la cabellera radicular.

- Protege al medio ambiente de las acciones negativas de los insecticidas. Los ácidos húmicos al combinarse con los plaguicidas los hace más persistentes para un control más efectivo, pero una vez que se inicia la biodegradabilidad, acelera el reciclaje de los compuestos orgánicos de los plaguicidas.

D. Estructuras de la hoja y mecanismos de absorción de nutrientes

Gómez y Castro(2010), al respecto indican:

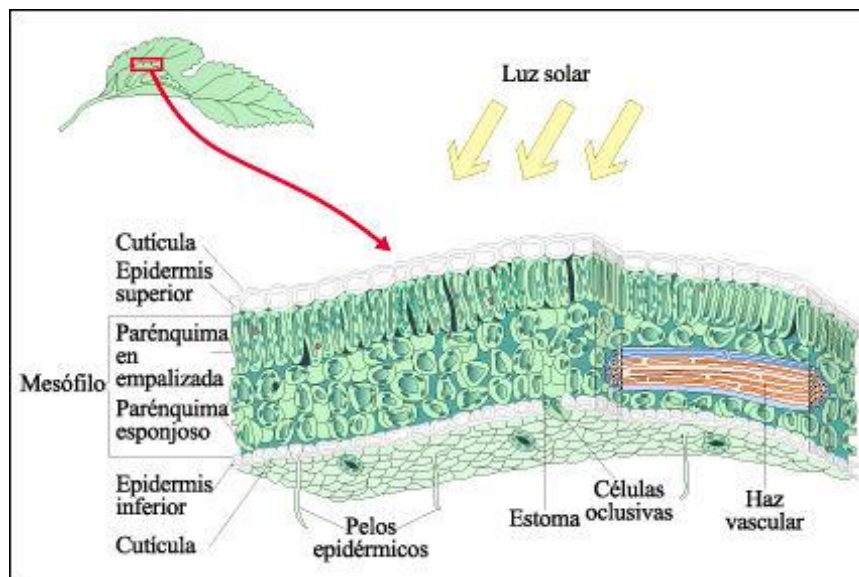




Figura 1. Estructuras involucradas en la absorción foliar de nutrientes y solutos. Adaptado de Marshner (1999).

Que entre especies existen diferencias relacionadas principalmente influenciadas por el grado de cutinización, lignificación de las hojas y morfología: A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, existe menor facilidad de absorción. Por ejemplo en Cebolla (*Allium cepa*) el alto grado de cutinización y la forma cilíndrica de la hoja es un factor muy limitante a manejar en una práctica de aspersión foliar, mientras que las hojas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) con una mayor área foliar y menor grado de cutinización permite una mayor absorción, aun, respecto a especies de la misma familia como arveja que presenta una menor área foliar y mayor grado de cutinización.

La aplicación foliar de nutrimentos es afectada por el estado de desarrollo de la planta. Las hojas jóvenes de algunas variedades tienen mayor capacidad de absorción de elementos deficitarios en su desarrollo, debido al menor espesor de la cutícula.

Los mecanismos de absorción al igual que en la raíz son de tipo activo y pasivo, la diferencia son las estructuras en la hoja encargadas de la toma pasiva de la solución externa. Esta se asocia a los poros hidrofílicos, ubicados en toda la superficie externa de la hoja, como parte de los espacios intercelulares y los poros cuticulares, localizados entre las células oclusivas (guarda) y las células subsidiarias (anexas), después el transporte y absorción al citoplasma es mediante gasto de energía o movimiento activo (Figura 1)

Son más abundantes los poros hidrofílicos (108 poros/mm²) y con un diámetro menor (< 1 nm) que los poros cuticulares (relacionados con los estomas), además, se encuentran ubicados abundantemente tanto en el haz como en el envés de las hojas y en las superficies de tallos y frutos, de tal manera que se presentan algunas diferencias en la absorción inicial y transporte de los nutrientes:

El paso de soluciones mediante poros hidrofílicos es más frecuente y depende del índice de área foliar de la especie cultivada (>2 m².m⁻² suelo), ejemplo rosa > clavel).
- Moléculas de bajo radio iónico como la urea, aminoácidos, sacarosa, ácido cítrico con diámetro < 1.0 nm: ϕ Urea ~ 0.44 nm; ϕ K ~ 0.66 nm; ϕ Ca, Mg ~ 0.88 nm; ϕ sacarosa ~ 1.0 nm. Lo anterior explica la mayor eficiencia y respuesta foliar por aplicaciones de las anteriores sustancias o de sus iones asociados.

En la absorción foliar existe mayor facilidad con el paso de iones principalmente de cargas positivas en la siguiente secuencia $K^+ > NH_4^+ > Mg^{+2} > Zn^{+2} > Cu^{+2} > Fe^{+2} > Mn^{+2}$, factores que dependen del radio iónico, valencia y retención en los espacios intercelulares.

- Otra característica de los poros hidrofílicos (relacionados con espacios intercelulares) es que se encuentran alineados con cargas negativas, lo cual en ocasiones puede generar un fenómeno de retención iónica (principalmente iones polivalentes y metálicos), por ello es aconsejable la acomplejación mediante compuestos de bajo peso molecular como los citratos o aminoácidos en el transporte de Fe, Ca, Mg, Zn y Cu.

- El intercambio iónico de la cutícula de la hoja se debe a los compuestos que la constituyen como los grupos -OH y -COOH. Estos sitios de carga pueden retener mayormente Zn y Mn. Se verificó que 80% del Zn retenido en la cutícula es removido por el agua destilada usada rutinariamente en los laboratorios que hacen análisis química de hojas. El Mn es casi totalmente retirado por el agua destilada, y el 40% del Cu no es retirado por el lavado de las hojas antes del análisis (Boareto, 2007).

- La absorción de quelatos sintéticos o como moléculas complejas de alto peso molecular tipo ácidos húmicos, lignosulfonatos, EDTA, DTPA, EDDHA o sus sales derivadas con radios iónicos >1.0 nm tienen menos probabilidad de absorción. Estas aplicaciones deben

ir dirigida al envés de las hojas, de tal manera que en aplicaciones foliares aéreas se estaría restringiendo su absorción

Los complejos de alto peso molecular aplicados exógenamente son absorbidos por poros cuticulares de mayor tamaño que los anteriores, pero menos abundantes porque dependen de la distribución estomática que generalmente es mayor en el envés y cuya distribución y número está ligada a factores genético – ambientales (Ej. # de estomas en rosa: 180-300/mm² ; # de estomas Clavel: 250-390/mm² ; # de estomas Gypsophilla: 50-70/mm²; # de estomas Alstroemeria: 52-60/mm²).

El transporte inicial a través de las membranas dependen de la difusión, es decir del gradiente de concentración, donde la absorción al simplasto es más aplicable para cationes tipo K, Mg, o moléculas como la urea y el ácido bórico.

El otro mecanismo de paso a través de las membranas requiere energía proveniente de la hidrólisis del ATP y guardando un gradiente (Apoplasto 5,0-5,5; Simplasto 7-7,5), bajo este mecanismo los iones sulfato, nitrato, borato generalmente entran con un consumo de H⁺ es decir se requiere de un metabolismo activo de la planta (Simporte).

- Por otro lado los aminoácidos esenciales entran por difusión facilitada ya que en la planta generalmente se comportan como aniones, los cuales pueden generar un efecto “transfer” o transportador de cationes principalmente Cu, K, Mg, Fe; con especial afinidad entre el Cu y la histidina (Figura 2).

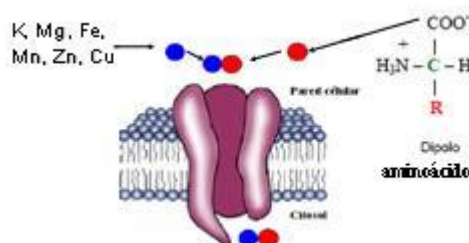


Figura 2. Efecto transfer de los aminoácidos y movimiento de cationes a través de las membranas plasmáticas de las plantas.

- Hay que considerar que la solución del Apoplasto es de carácter acida pH 5,5, por ello se debe manejar o acondicionar soluciones foliares con este medio para contrarrestar

gradientes fuertes y así evitar activar mecanismos de equilibrio iónico a través del Apoplasto e inducir gastos de energía por el cultivo debido al bombeo de H⁺ (proceso no deseado en condiciones de stress), esto sucede especialmente cuando se aplican soluciones de reacción básica (pH solución final > 7,5 con el uso de fuentes de fosfato de potasio, sales de borato o hidróxidos de potasio- K₂O > 50%).

E. CARACTERÍSTICAS DEL EXTRACTO HÚMICO A EMPLEAR

Solt agro (s.f.) indica que el LIQ HUMUS es una concentrada suspensión líquida que se puede aplicar directamente o mezclarse con fertilizantes solubles que se emplean en programas de fertirriego.

Puede aplicarse en:

Frutales: en los momentos al inicio de la brotación, antes de la floración y durante el desarrollo de los frutos.

Hortalizas: a partir de las primeras etapas de desarrollo del cultivo, para estimular la formación del sistema radicular y fortalecer la masa vegetativa.

Aplicaciones foliares

El producto aplicado vía foliar, aumenta la permeabilidad de la membrana celular de las hojas y de esa forma mejora la penetración los nutrientes, por ello se recomienda aplicar LIQ HUMUS a la dosis de 2-4 litros por hectárea ó 0.5 – 1 litro/200 litros de agua durante la etapa de desarrollo vegetativo.

COMPOSICION QUIMICA

Extracto húmico total	> 20.0 % (p/v)
Ácidos húmicos	> 18.0 % (p/v)
Ácidos fúlvicos	> 2.0 % (p/v)
Potasio (K ₂ O)	2.5%
Hierro (Fe)	0.2%

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Los **Ácidos Húmicos** son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estos influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta.

Aplicación foliar: La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis General

La producción de grano en el frijol loctao (Vigna radiata L.), es afectada por los momentos de aplicación y las dosis del ácido húmico aplicado.

2.4.2 Hipótesis Específicas

- Es factible determinar el momento de aplicación de ácido húmico más apropiado para la producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao.
- Es necesario determinar la dosis de ácido húmico de mayor incidencia en producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao.

- Es conveniente determinar la interacción de mejor respuesta agronómica a las condiciones de estudio
- Se hace necesario establecer la mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo y cualitativo; cuantitativo porque usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Así mismo es cualitativo porque establece la descripción de las cualidades de un fenómeno, como es el momento de aplicación de los extractos húmicos y sus efectos en las características del frijol Loctao.

3.2 DISEÑO

El diseño de investigación desarrollado es Experimental

3.3 NIVEL Y TIPO

El nivel desarrollado en la presente investigación es descriptivo y explicativo. Descriptivo porque se describe una realidad en base a la experimentación efectuada en el frijol Loctao, variedad Vista Florida. Explicativo porque se tiende a la relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo.

El tipo de investigación en que se orienta la presente investigación es del tipo aplicada por cuanto se utilizaron conocimientos agronómicos, fisiológicos, y de otras ciencias afines.

3.4 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

Universo: Población del cultivo de frijol

Población: Plantas del Frijol Loctao

Muestra: Plantas de frijol Loctao, Variedad Vista Florida.

3.5 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.5.1 Análisis físico-químico del suelo

Para ello se tomaron 04 submuestras de suelo por bloque a una profundidad de 30 cm., para luego de homogenizarse obtener una muestra completa de 01 kg. de peso, sobre el cual se realizaron el análisis físico químico respectivo.

Cuadro 3.1 Determinaciones del análisis físico-químico del suelo experimental

DETERMINACIONES	MÉTODOS
Textura	Bouyoucos
pH	Potenciométrico
Materia orgánica (%)	Walkley y Black
Nitrógeno total (%)	A partir de la M.O.
Fósforo disponible (ppm de P)	Olsen

Potasio asimilable (ppm de K)	Van Den Hende y Cottenie
Conductividad eléctrica (dS/m)	Radiométrico
Calcáreo (% CaCO ₃)	Volumétrico
CIC (Cmol/k de suelo)	Acetato de Amonio 1N. pH 7
Bases cambiables (Cmol/k de suelo)	
Calcio y Magnesio	Versenato
Sodio y Potasio	Fotométrico

3.5.2 Observaciones climáticas

Estuvieron referidas a los factores climáticos de temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y horas de sol que ocurrieron durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, cuyos promedios mensuales se tomaran de los registros de la Estación Meteorológica de Miraflores.

3.5.3 Factores en estudio

Estuvieron dados por los factores: Momentos de aplicación y dosis de ácido húmico, tal como se indica en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2.: Factores en estudio

FACTOR	NIVEL	CLAVE
Momentos de aplicación	10 dds. + Inicio de floración	M ₁
	Botoneo floral + Inicio de formación de vainas	M ₂
	Botoneo floral + Llenado de vaina.	M ₃
Dosis de Ácido húmico (1/200l agua)	0.0	D ₀
	1.0	D ₁
	2.0	D ₂

dds.: días después de la siembra

3.5.4. Tratamientos en estudios

Estarán dados por las combinaciones de los factores en estudio, tal como se indica en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3: Tratamientos en estudio

N°	TRATAMIENTOS	CLAVE
----	--------------	-------

01	10 dds. + Inicio de floración	x	0.0 l. /200 l. agua	M ₁ D ₀
02	10 dds. + Inicio de floración	x	1.0 l. /200 l. agua	M ₁ D ₁
03	10 dds. + Inicio de floración	.x	2.0 l. /200 l. agua	M ₁ D ₂
04	Botoneo floral + Inicio de formación de vainas	x	0.0 l. /200 l. agua	M ₂ D ₀
05	Botoneo floral + Inicio de formación de vainas	x	1.0 l. /200 l. agua	M ₂ D ₁
06	Botoneo floral + Inicio de formación de vainas	x	2.0 l. /200 l. agua	M ₂ D ₂
07	Botoneo floral + Llenado de vaina.	x	0.0 l. /200 l. agua	M ₃ D ₀
08	Botoneo floral + Llenado de vaina.	x	1.0 l. /200 l. agua	M ₃ D ₁
09	Botoneo floral + Llenado de vaina.	x	2.0 l. /200 l. agua	M ₃ D ₂

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.- En el presente experimento se empleó el diseño experimental de “Bloques Completos al Azar” (B.C.A.) dispuestos en parcelas divididas, estudiándose en parcelas el factor Momentos de aplicación y en sub-parcelas el factor Dosis de ácido húmico. El número de repeticiones fue de cuatro (04).

El análisis estadístico comprende el análisis de varianza (ANVA) para cada una de las observaciones experimentadas y la respectiva prueba de significación de Duncan al 0.05 de probabilidad.

3.5.5 Materiales y equipos

A. Material de campo:

- Semilla: Se empleó semilla certificada de Frijol Loctao, de la variedad “Vista Florida” de procedencia del Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque – IDAL.
- Fertilizantes: En el presente trabajo se empleó Superfosfato Triple de Ca 46% P_2O_5
- Extractos húmicos: se empleó el producto comercial LIQ HUMUS
- Biocidas: Se empleó un biocida necesario para el control de plagas y enfermedades, el cual estuvo elaborado a base de ajo.

B. Material complementario:

Se utilizaron wincha, palanas, estacas, cordeles marcados, regla graduada, libreta de campo, bolsas de papel, etc.

C. De laboratorio.-Se emplearon todos los reactivos y materiales necesarios para el análisis físico químico del suelo; así como balanza de precisión.

3.5.6 Conducción del experimento.

a) Preparación de terreno.- Comprendió las siguientes labores:

- ✓ Eliminación de rastrojos y malezas del cultivo anterior.
- ✓ Aradura.- Se hizo con arado de discos en terreno seco.
- ✓ Riego de machaco.- Se efectuó empleando un volumen de agua, que se hizo ingresar por inundación, para humedecer el suelo del campo experimental
- ✓ Gradeo.- Se realizó en condiciones de Capacidad de campo, empleando grada de discos para mullir el suelo.
- ✓ Surcadura.- Se hizo con arado surcador graduado a un distanciamiento de 0.80 m.
- ✓ Trazado y marcado del campo; se realizó de acuerdo a las dimensiones indicadas en el Croquis 01

b) Desinfección de la semilla:

Se efectuó previo a la siembra empleándose extracto de ajo, a la dosis de 100 cc. por kilogramo de semilla de frijol.

- c) Siembra.-Se ejecutó cuando el terreno estuvo en capacidad de campo. La siembra fue manual colocándose 5 semillas por golpe en el lomo de surco, con el fin de dejar con el desahíje tres (03) plantas por golpe, los distanciamientos de siembra fueron de 0.40 m. entre golpes y 0.80 m. entre surcos. Considerando el peso promedio de 100 semillas se empleó aproximadamente 15 kg./ha.
- d) Fertilización al suelo: Para la presente labor agronómica se utilizó Superfosfato triple de Calcio 46% P_2O_5 , en la dosis de 100 kg. P_2O_5 /ha. La aplicación se hizo cuando el cultivo presentó un 100% a la emergencia total.
- e) Desahíje.-Se efectuó cuando la planta tenía una edad de 15 días después de la siembra, dejándose sólo tres (03) plantas por golpe.
- f) Aplicación de ácido húmico: Para la presente labor se tomaron en consideración los momentos de aplicación en estudio es decir a los 10 días después de la siembra, Botoneo floral, Inicio de floración, Inicio de formación de vainas y Llenado de vainas así mismo las dosis a aplicar de 1.0 y 2.0 l/200 l. de agua, las cuales se fraccionaron de acuerdo a las especificaciones a estudiar. En la aplicación propiamente dicha del producto, la solución correspondiente “se agitó” para evitar la sedimentación del producto. Previo a cada aplicación se efectuó la correspondiente “prueba en blanco”.
- g) Control Fitosanitario.-En este aspecto se debe reportar la presencia de “Mosquilla” (Hydrellia wertii), “Pulgón” (Aphis gossypi) para lo cual se efectuó aplicaciones de extracto de ajo a la dosis 1 lt/20 lt. de agua.
- h) Deshierbos.-Se efectuaron tres (03) deshierbos manuales a los 13, 28 y 48 días después de la siembra. Las malezas que se presentaron fueron: “Coquito” (Cyperus sculentum), la “Verdolaga” (Portulaca oleracea) y “Cadillo” (Cenchrus echinatus)

- i) Cultivos: Se ejecutó a los 23 días después de la siembra con el fin de airear el suelo y estimular una mejor oxigenación del cultivo.
- j) Riegos.-Se aplicaron riegos ligeros a los 18, 32, 54 y 69 días después de la siembra.
- k) Cosecha.-Se efectuó en forma manual, recolectándose las vainas de los surcos centrales de cada unidad experimental cuando estas presentaron el grano completamente seco. Los valores se reportan en kilogramos por área cosechable y luego ser transformados a kilogramo por hectárea.

3.5.7 Observaciones experimentales

- a) Rendimiento de grano (kg./ha.)

Se determinó en base al grano cosechado de las plantas de los surcos centrales de cada tratamiento en estudio, el cual es referido en kg./área cosechable para luego transformarse en kg./ha.

- b) Número de vainas por planta:

Se evaluó al momento de la cosecha, tomándose diez (10) plantas competitivas al azar de cada tratamiento, contándose en cada una de ellas el número total de vainas por planta. Se reporta el dato promedio.

- c) Número de granos por vaina:

Esta observación se efectuó tomando al azar diez (10) vainas de cada tratamiento, y a las cuales individualmente se le contó el número de granos, refiriéndose al valor promedio.

- d) Peso de 100 granos (g.):

Se determinó en base a cinco (05) muestras de 100 granos cosechados de cada tratamiento, las cuales fueron pesados por separado en una balanza analítica para referir luego el peso promedio expresado en gramos.

- e) Altura de planta (cm.):

Se realizó tomando diez (10) plantas competitivas de los surcos centrales a las que se le midió su altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal del tallo principal, se empleó una cinta métrica y se efectuó al 100% de floración de cada unidad experimental. Se expresa en centímetros.

f) Área foliar por planta (dm^2):

Se determinó en plena floración, para lo cual se tomaron diez (10) plantas al azar de los surcos laterales las cuales se defoliaron para proceder a aplicar el método del sacabocado, registrándose los resultados en $\text{dm}^2/\text{planta}$. La presente evaluación se efectuó en el laboratorio de análisis de productos agrícolas del Departamento Académico de Agronomía y Fitotecnia. Para la ejecución de este método, de cada una de las plantas elegidas al azar se tomó una hoja de la parte basal, media y superior a las cuales se les tomó el foliolo central y se perforó a cada una de ellas para luego pesarse el disco sacado y sacar el peso promedio del disco. Los discos de lámina foliar fueron obtenidos con un sacabocado de 2,3 cm de diámetro, previamente se pesó la masa fresca de cada una de las plantas elegidas. El área foliar, se obtuvo por el método de relación peso: área (o del sacabocado).

$$\text{Área de un disco de hoja} = \pi \cdot r^2$$

$$\text{Diámetro de sacabocado (cm)} = 0,5 \text{ cm}$$

$$\text{Área disco (cm}^2\text{)} = 0,1963 \text{ cm}^2$$

g) Días al inicio de floración:

Se determinó contando el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas de los surcos centrales presentaron al menos una flor.

h) Periodo vegetativo:

Para esto, se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha de cada variedad evaluada.

i) Número de nódulos por planta:

Se evaluaron cuando el cultivo se encontró en plena floración, para lo cual se tomaron diez (10) plantas competitivas de surcos laterales de los tratamientos en estudio, observándose en cada una de ellas la presencia de nódulos en el sistema radicular y reportándose el valor promedio.

3.5.8 Análisis económico

Se realizó en función del valor bruto de la producción de los costos correspondientes a los tratamientos en estudio, los cuales nos permitió obtener la utilidad y mediante el uso de la relación beneficio/costo calcular la rentabilidad económica.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La técnica empleada en la presente investigación fue la observación además como instrumento la libreta de apuntes, cámara fotográfica y equipos de campo y laboratorio. Los datos obtenidos en la técnica de recolección de datos nos permitieron realizar el Análisis de la Varianza y la correspondiente Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad para rendimiento de grano y las diferentes características planteadas a evaluar, por último se procedió el análisis económico.

3.7 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

A. Sub-Parcela

Largo	:	6.00 m.
Ancho	:	3.20 m.
Área total	:	19.20 m ² .
Separación entre parcelas	:	0.80 m.

B. Parcela

Largo	:	12.00 m.
Ancho	:	6.00 m.
Área total	:	72.00 m ²
Separación entre parcelas	:	1.00 m.

C. Block

Largo	:	38.00 m.
Ancho	:	6.00 m.
Área total	:	228.00m ²

D. Campo experimental

Largo	:	38.00 m.
Ancho	:	28.50 m.
Área total	:	1083.00 m ²

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL

Según el Cuadro 4.1, de los resultados del análisis físico-químico del suelo experimental, se puede establecer que éste presentó una textura de suelo franco arenoso con un predominio de arena que reporta un valor de 73%, de limo 17% y arcilla 10%, en pH. igual a 7.09 que es considerado como un nivel ligeramente alcalino; un contenido de materia orgánica igual a 1.04% y de nitrógeno total de 0.36% que son considerados niveles bajos.

El fósforo disponible indica un valor igual a 19.0 ppm. que indica un nivel medio, el potasio asimilable con un contenido de 183 ppm. establece un nivel alto.

El contenido de calcáreo nos indica un valor de 0.34%, es decir un nivel medio.

La conductividad eléctrica reporta un resultado igual a 0.31 dS/m. es decir un nivel bajo en sales.

La capacidad de intercambio catiónico establece un valor de 8.26 cmol⁽⁺⁾k. de suelo con predominio de los cationes Ca y Mg.

Los valores anotados nos indican que el cultivo se instaló en un suelo con características adecuadas para su crecimiento y desarrolló ya que según Oplinger et al. (1997) el loctao se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértiles. Así mismo según el Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA (2000), el frijol loctao requiere suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm. Bien drenados y nivelados. De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso) y con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada.

CUADRO 4.1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALOR
- Textura		Franco arenoso
Arena	%	73
Limo	%	17
Arcilla	%	10
- Reacción	pH	7.09
- Materia orgánica	%	1.04
- Nitrógeno total	%	0.36
- Calcáreo (CaCO ₃)	%	0.34
- Fósforo disponible	ppm. P	19.0
- Potasio asimilable	ppm. K	183.0
- Conductividad Eléctrica	dS/m.	0.31
- Capacidad de intercambio catiónico	Cmol ⁽⁺⁾ /k.	8.26
Ca ⁺⁺	Cmol ⁽⁺⁾ /k.	5.00
Mg ⁺⁺	Cmol ⁽⁺⁾ /k.	2.30
K ⁺	Cmol ⁽⁺⁾ /k.	0.55
Na ⁺	Cmol ⁽⁺⁾ /k.	0.41

4.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

El Cuadro 4.2, nos muestra los valores de los factores climáticos ocurridos durante la conducción del cultivo y según los cuales podemos indicar:

La temperatura máxima reportó un valor ascendente entre 35.1 °C a 34.3°C; la temperatura mínima de 23.7°C a 21.6°C y un rango de temperatura media de 28.8°C a 27.5°C.

La humedad relativa registra valores descendentes que varían entre 65.0% a 67.0%. La precipitación pluvial reporta valores en un rango también descendente de 0.0 mm.

En lo que respecta a horas de sol, estos valores fluctuaron entre 6.2 a 8.0 horas.

Tal como se indica, estas condiciones climáticas fueron favorables para el cultivo de frijol loctao en su producción de grano.

Tal como se indica, estas condiciones climáticas se expresan con temperaturas descendientes en relación a la evolución de estación climática apreciándose así mismo un incremento de la humedad relativa y ascenso de las horas de sol pero que aun así fueron favorables para el cultivo de frijol loctao tal como lo indican GOMEZ (2000) e IICA (1989), que sostienen que este cultivo se adapta bien a zonas cálidas, semiáridas soportando temperaturas de hasta 40°C., como mínima de 12°C y óptimas de 18 a 24°C; en cuanto a horas de sol necesita de 6 a 7 horas..

CUADRO 4.2: DATOS CLIMATOLÓGICOS PROMEDIOS MENSUALES DURANTE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO. PIURA 2018

MESES	TEMPERATURA (°C)	H.R.	p.p.	HORAS
-------	--------------------	------	------	-------

	Máx.	Mínima	Media	(%)	(mm.)	SOL
Febrero 2018	35.1	23.7	28.8	65.0	0.0	6.2
Marzo 2018	35.3	22.5	28.2	64.0	0.0	7.4
Abril 2018	34.3	21.6	27.5	67.00	0.0	8.0

Fuente: Estación Meteorológica de Miraflores – SENAMHI.

4.3. RENDIMIENTO DE GRANO (kg/área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m²)

Visto el análisis de varianza, Cuadro 4.3, se establece una alta significación estadística para el factor momentos de aplicación foliar y para la interacción respectiva. No se reporta significación estadística alguna para el factor dosis de ácido

húmico. Se visualiza coeficiente de variabilidad de 9.24% para parcela y 9.91% para subparcela, respectivamente.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR

De acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.4, se manifiesta que el momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M_2) con un rendimiento de grano promedio igual 1606.77 kg/ha presentó un comportamiento estadístico similar con el momento Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M_3) difiriendo estadísticamente a su vez con el momento 10 dds. + Inicio de floración (M_1) que logró el menor rendimiento de grano con 1307.29 kg/ha. Observar Figura 4.1

Similar apreciación obtuvo Culquicondor (2007), en un comparativo de ácidos húmicos: aplicados en diferentes momentos del desarrollo del cultivo de frijol Loctao y en donde concluyó que los mejores tratamientos en el rendimiento de grano fueron: HUMIX GEN 25 x Inicio de formación de vainas y HUMIX GEN 25 x Inicio de floración que permitieron obtener 1812.50 y 1800.60 k./ha. respectivamente.

Los resultados obtenidos, nos permiten establecer la influencia significativa de la aplicación foliar en momentos críticos del cultivo como son el Botoneo floral y el inicio de formación de vainas, momentos que por las mismas exigencias fisiológicas de la planta necesita de la disponibilidad de nutrientes para proceder a la formación y estructuración de frutos así como para la permanencia de estos hasta su cosecha.

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ÁCIDO HÚMICO

El análisis respectivo del Cuadro 4.4, explica un comportamiento estadístico diferente entre las dosis de ácido húmico evaluadas, destacando con el mayor rendimiento de grano la dosis de 2.0 l/200 l. de agua con un valor promedio igual a 1875.87 kg/ha. El menor rendimiento de grano se identifica con la dosis de 0.0 l/200 l. de agua con 1019.10 kg/ha. Ver Figura 4.2

Los resultados obtenidos nos permiten establecer una tendencia lineal ascendente de los valores promedios, deduciéndose que el rendimiento de grano se incrementa conforme aumenta la dosis de ácido húmico aplicado es decir que una mayor disponibilidad de sustancias nutritivas estimula a la planta a mejorar su

comportamiento fisiológico y metabólico para la obtención de una mayor capacidad productiva.

Se destaca el rol de las sustancias húmicas, que exaltan la capacidad de absorción y traslocación de nutrientes por las plantas, de manera que cada proceso de biosíntesis se ve optimizado con beneficios productivos y cualitativos (Dubbini, 1995). Así mismo fertilizantes húmicos de carbón activan los procesos bioquímicos en plantas (respiración, fotosíntesis, y el contenido de clorofila) e incrementa la calidad y rendimiento de muchas cosechas.

Se corrobora lo manifestado por Biofix Holding, INC. (2009), en cuanto que los ácidos húmicos son beneficiosos al agricultor, ya que: Incrementa rendimiento de cosecha, incrementa permeabilidad de las membranas, incrementa la absorción de nutrientes, estimula procesos bioquímicos en las plantas, aumenta la utilización de fosfato, entre otras bondades.

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

De acuerdo a la prueba respectiva, se indica que las interacciones de la dosis de ácido húmico de 0.0 l/200 l. de agua con los diferentes momentos de aplicación foliar muestran un comportamiento estadístico similar entre ellos. La dosis de ácido húmico de 1.0 l/200l. de agua en interacción con los momentos de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M₂) e Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M₃) muestran un comportamiento estadístico similar pero diferente a la interacción para con el momento de aplicación foliar 10 dds. + Inicio de floración (M₁). La dosis de 2.0 l/200 l. de agua en interacción con los diferentes momentos de aplicación muestra un comportamiento estadístico diferente.

Los momentos de aplicación foliar en interacción con las diferentes dosis de ácido húmico evaluadas muestran un comportamiento estadístico diferente entre ellas. La interacción de mayor rendimiento de grano fue la del momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M₂) con la dosis de 2.0 l/ 200 l. de agua con un valor de 2138.02 kg/ha. Observar Figura 03.

Cuadro 4.3 Análisis de varianza para Rendimiento de grano (Kg/área cosechable)

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	0.022	0.007	0.44	No
Momentos de aplicación foliar (M)	2	0.511	0.255	14.97	**
Error (a)	6	0.102	0.017		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	4.099	2.049	104.61	No

Interacción M x D	4	0.332	0.083	4.24	**
Error (b)	18	0.353	0.020		
Total	35	5.419			

CV (a): 9.24% CV (b): 9.91%

Cuadro 4.4 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para el Rendimiento de grano (kg/ha.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (l/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	1023.44 c A	1002.60 c A	1031.25c A	1019.10 c
1 (D ₂)	1330.73 b B	1679.69 b A	1552.08 b A	1520.83 b
2 (D ₃)	1567.71 a C	2138.02 a A	1921.88 a B	1875.87 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	1307.29 B	1606.77 A	1501.74 A	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

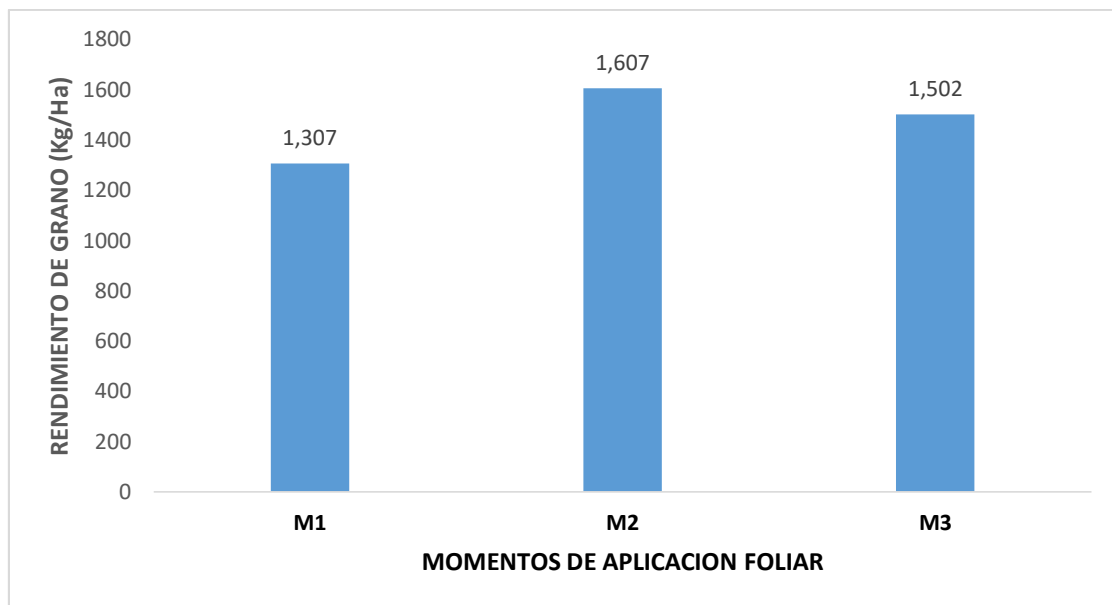


Figura 4.1 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Rendimiento de grano (kg/ha.)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

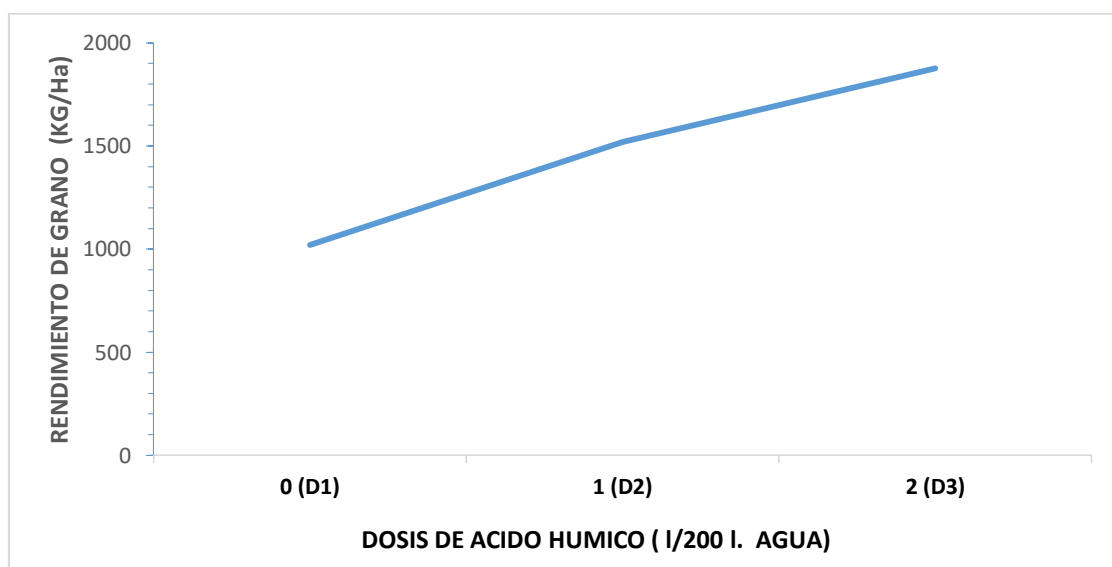


Figura 4.2 Efecto principal Dosis de ácido húmico sobre Rendimiento de grano (kg/ha.)

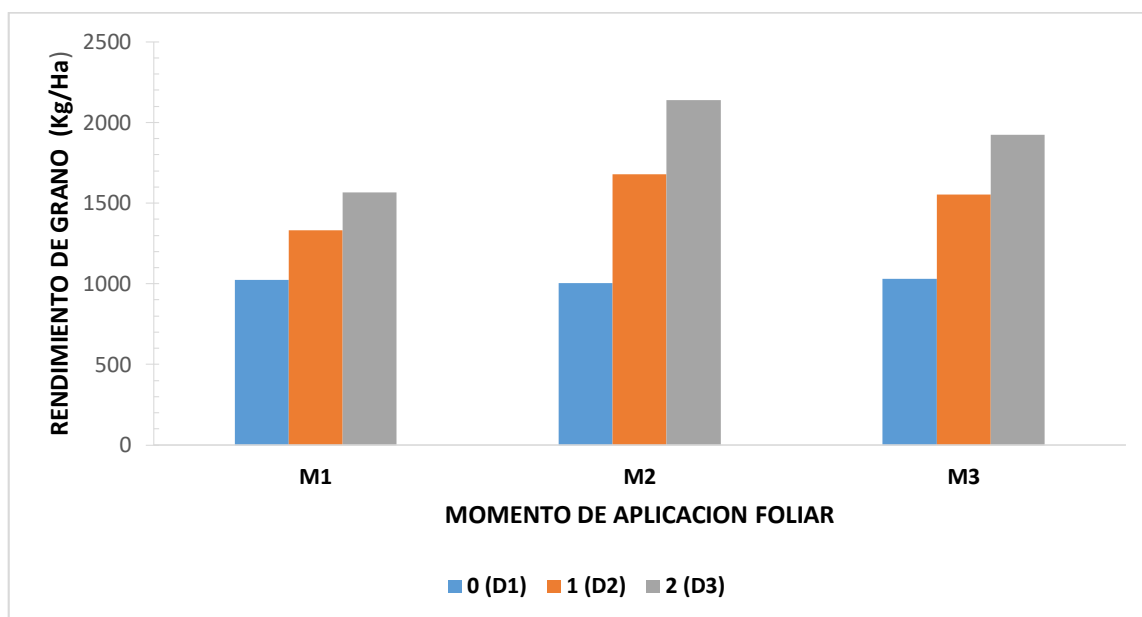


Figura 4.3 Efecto de las interacciones sobre Rendimiento de grano (kg/ha.)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.4 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Revisado el análisis de varianza, Cuadro 4.5, observamos una alta significación estadística para el factor momentos de aplicación y para la interacción respectiva, mas no así para el factor dosis de ácido húmico.

Se cuantifica un coeficiente de variabilidad de 17.14% para parcela y de 11.76 para Subparcela, respectivamente.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR

La prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.6, nos indica que los momentos de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) e Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M3) muestran un comportamiento estadístico similar con valores promedios de 50.25 y 45.75 vainas por planta difiriendo estadísticamente ambos con el momento 10 dds. + Inicio de floración (M1) que reporta el menor promedio igual a 30.00 vainas. Observar Figura 4.4.

Se aprecia con respecto a este efecto, que la aplicación del producto en las plantas es más favorable en momentos de un mayor desarrollo fisiológico y por lo tanto se da la oportunidad de una mejor aprovechamiento de la aplicación de las sustancias nutricionales.

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ÁCIDO HÚMICO

El cuadro correspondiente al presente efecto, nos permite apreciar que los niveles evaluados de dosis de ácido húmico presentan un comportamiento estadístico diferente, destacando numéricamente la dosis 2.00 l/200 l. de agua que alcanzó el mayor promedio de vainas con un valor de 52.83 vainas, mientras el menor valor promedio lo obtuvo la dosis 0.00 l/200 l. agua; con 28.58 vainas. Ver figura 4.5

Se destaca la tendencia lineal ascendente de incremento del número de vainas por planta conforme aumenta la dosis de ácido húmico aplicado, lo cual permite una mayor disponibilidad y mejor aprovechamiento de nutrientes a ser aprovechado por las plantas y que le permiten a inducir a una mejor formación de órganos fruteros, tal como lo sostiene Biofix Holding, INC. (2009), en cuanto a que los ácidos húmicos son beneficiosos al agricultor, ya que: Incrementa rendimiento de cosecha, incrementa la absorción de nutrientes, estimula procesos bioquímicos en las plantas.

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

Según el cuadro 4.5, apreciamos que la interacción de la dosis de 0.00l/200 l. de agua con los diferentes momentos de aplicación foliar manifiestan un comportamiento estadístico similar. Las dosis de 1.00 y 2.00 l/200 l. de agua en interacción con los momentos de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) e Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M3) establecen un comportamiento estadístico similar pero diferente a las interacciones con el momento 10 dds. + Inicio de floración (M1).

La interacción del momento de aplicación foliar 10 dds. + Inicio de floración (M1) con los diferentes niveles de dosis de aplicación de ácido húmico nos muestra comportamientos estadísticos similares. El momento de aplicación foliar: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) en interacción con los diferentes niveles de dosis de ácido húmico muestran un comportamiento estadístico diferente. Así mismo el momento de aplicación Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M3) en interacción con los niveles de 1.00 y 2.00 l/200 l. de agua muestran un comportamiento estadístico similar pero diferente a la interacción con el momento de aplicación 10 dds. + Inicio de floración (M1). Numéricamente destaca con el mayor valor promedio la interacción Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) con la dosis de 2.00 l./200 l. de agua al reportar 64.75 vainas por planta. Véase Figura 4.6

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	102.889	34.296	0.66	NO
Momentos de aplicación foliar (M)	2	2713.500	1356.750	26.18	**
Error (a)	6	310.944	51.824		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	3648.500	1824.250	74.77	NO
Interacción M x D	4	1001.000	250.250	10.26	**
Error (b)	18	439.167	24.398		
Total	35	8216.000			

CV(a): 17.14% CV (b): 11.76%

Cuadro 4.6 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para el Número de vainas por planta. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (l/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	27.00 a A	31.50 c A	27.25 b A	28.58 c
1 (D ₂)	28.75 a B	54.50 b A	50.50 a A	44.58 b
2 (D ₃)	34.25 a B	64.75 a A	59.50 a A	52.83 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	30.00 B	50.25 A	45.75 A	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

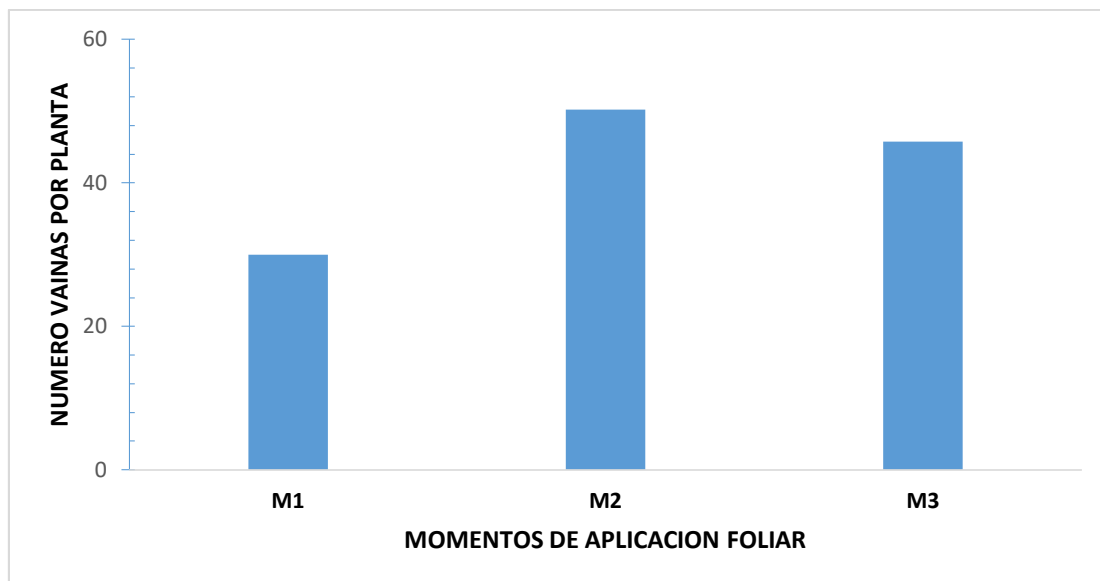


Figura 4.4 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Número de vainas por planta

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

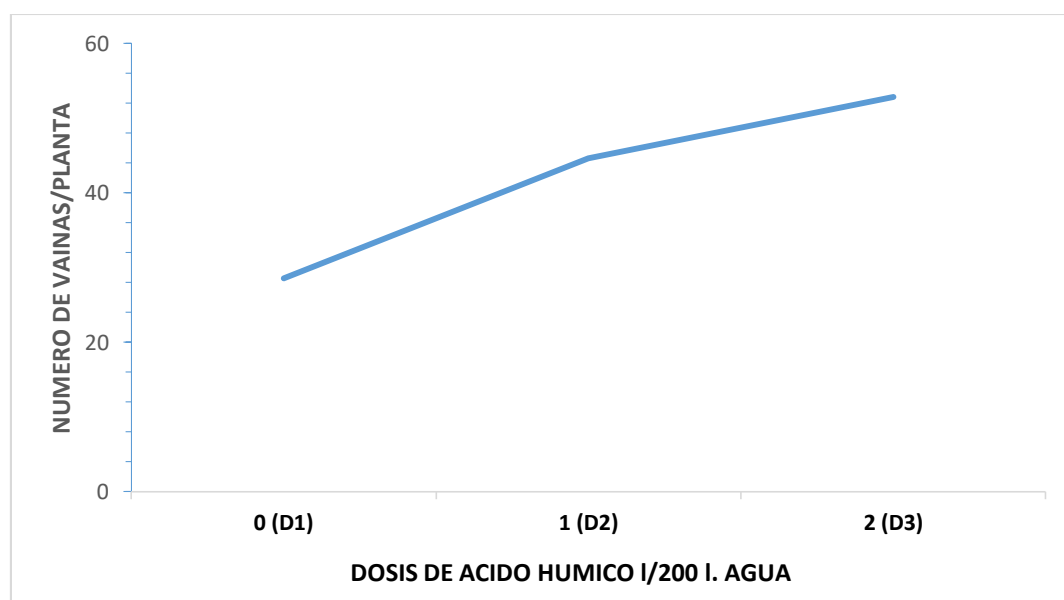


Figura 4.5 Efecto principal Dosis de Ácido húmico sobre Número de vainas por planta

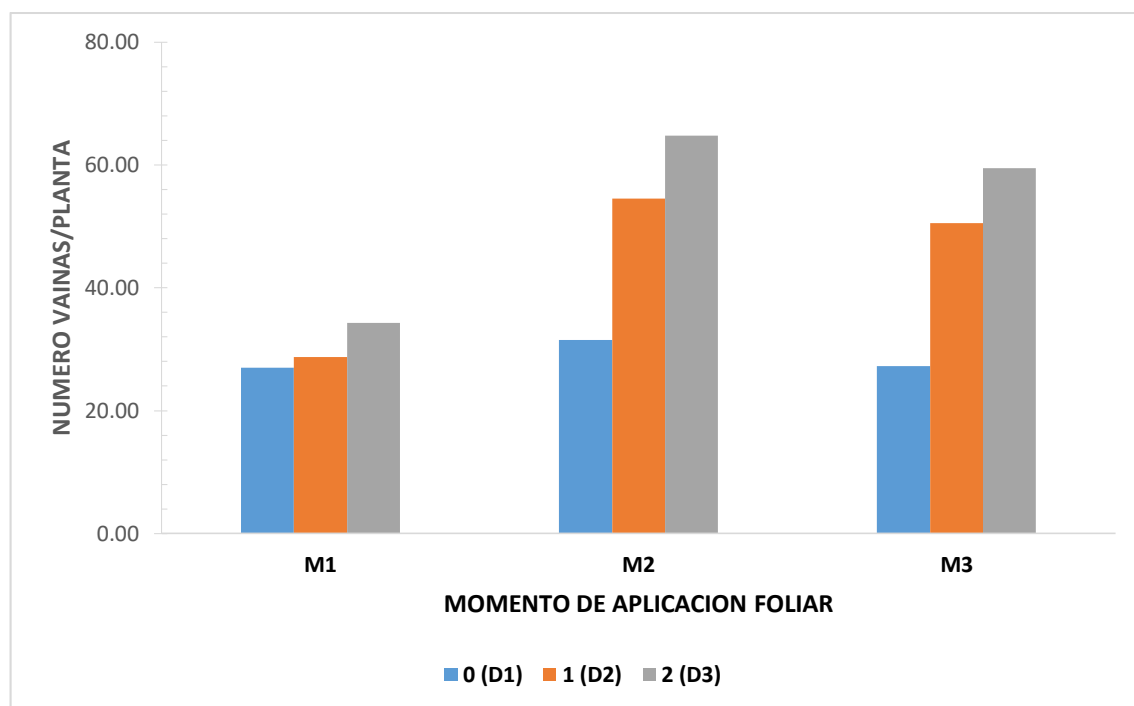


Figura 4.6 Efecto principal Dosis de Ácido húmico sobre Número de vainas por planta

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.5 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

La prueba del análisis de varianza, Cuadro 4.7, nos muestra una alta significación estadística para el factor Momentos de aplicación foliar y para la interacción correspondiente. No se reporta significación estadística para el factor Dosis de ácido húmico. Se indican coeficientes de variabilidad igual a 11.6% y 8.75% para parcela y subparcela, respectivamente.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR

De acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.8, el momento de aplicación foliar Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) con un valor promedio de 12.00 granos por vaina manifestó un comportamiento estadístico similar con el momento de aplicación Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M3) difiriendo estadísticamente con el momento de aplicación 10 dds. + Inicio de floración (M1) que reporta un valor promedio de 11.0 granos por vaina. Véase Figura 4.7

Se establece de acuerdo a los valores hallados que aplicaciones foliares efectuados en momentos críticos para la planta como son el Botoneo floral e inicio de formación de vainas son de sumo interés desde el punto de vista agronómico, considerando en estos momentos las necesidades propias de la planta en el inicio de la fase reproductiva y el evitar el desprendimiento de órganos florales estimulando así mismo los procesos metabólicos en la mejor utilización de los nutrientes incorporados para formar los granos y establecer su correspondiente formación y llenado de estos.

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ÁCIDO HÚMICO

La prueba de Duncan, nos expresa que la dosis de 2.00 l/200 l. de agua con un valor de 12.42 granos por vaina estadísticamente fue similar a la dosis de 1.00 l/200 l. de agua, pero diferente a la dosis de 0.0 l/200 l. de agua que reporta 10.92 granos por vaina. Observar Figura 4.8

Se observa que a medida que se incrementa la dosis de aplicación de ácido húmico, el número de granos por vaina aumenta ligeramente lo que nos permite sostener una influencia en la capacidad de fecundación de las plantas lo cual es de interés considerando que también influye en lograr mejores rendimientos.

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El cuadro correspondiente, Cuadro 4.8, establece que las dosis de 0.0 y 2.00 l/200 l. de agua en interacción con los diferentes momentos de aplicación foliar manifiestan un comportamiento estadístico similar. La interacción de 2.00 l/200 l. de agua con el momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) muestra un comportamiento estadístico similar con el momento Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M3) difiriendo a su vez con el momento 10 dds. + Inicio de floración. Destaca numéricamente la interacción Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) con la dosis de aplicación de 2.00 l/200 l. al reportar un valor promedio de 14.00 granos por vaina. Véase Gráfico 4.9

Cuadro 4.7 Análisis de varianza para Número de granos por vaina

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	1.639	0.546	0.30	NO
Momentos de aplicación foliar (M)	2	14.389	7.194	3.94	**
Error (a)	6	10.944	1.824		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	13.556	6.778	6.54	NO
Interacción M x D	4	7.111	1.778	1.71	**
Error (b)	18	18.667	1.037		
Total	35	66.306			

CV(a): 11.60% CV(b): 8.75%

Cuadro 4.8 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para el Número de granos por vaina. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (l/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	10.75 a A	11.00 b A	11.00 a A	10.92 b
1 (D ₂)	11.00 a A	12.50 ab A	11.25 a A	11.58 ab
2 (D ₃)	11.25 a B	14.00 a A	12.00 a AB	12.42 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	11.00 B	12.50A	11.42 AB	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

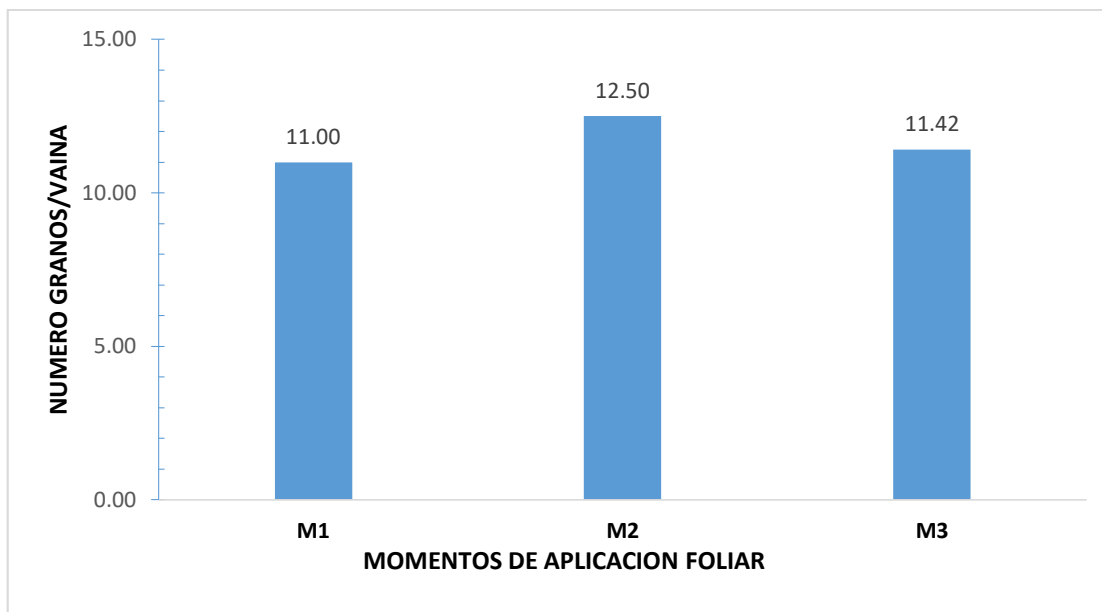


Figura 4.7 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Numero de granos por vaina

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

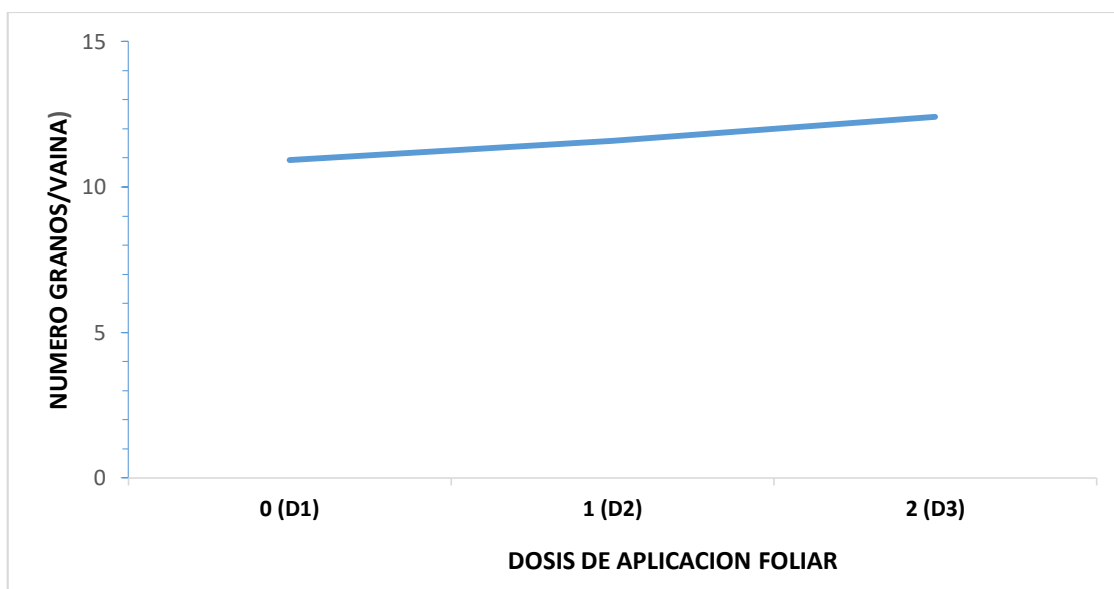


Figura 4.8 Efecto principal Dosis de aplicación foliar sobre Numero de granos por vaina

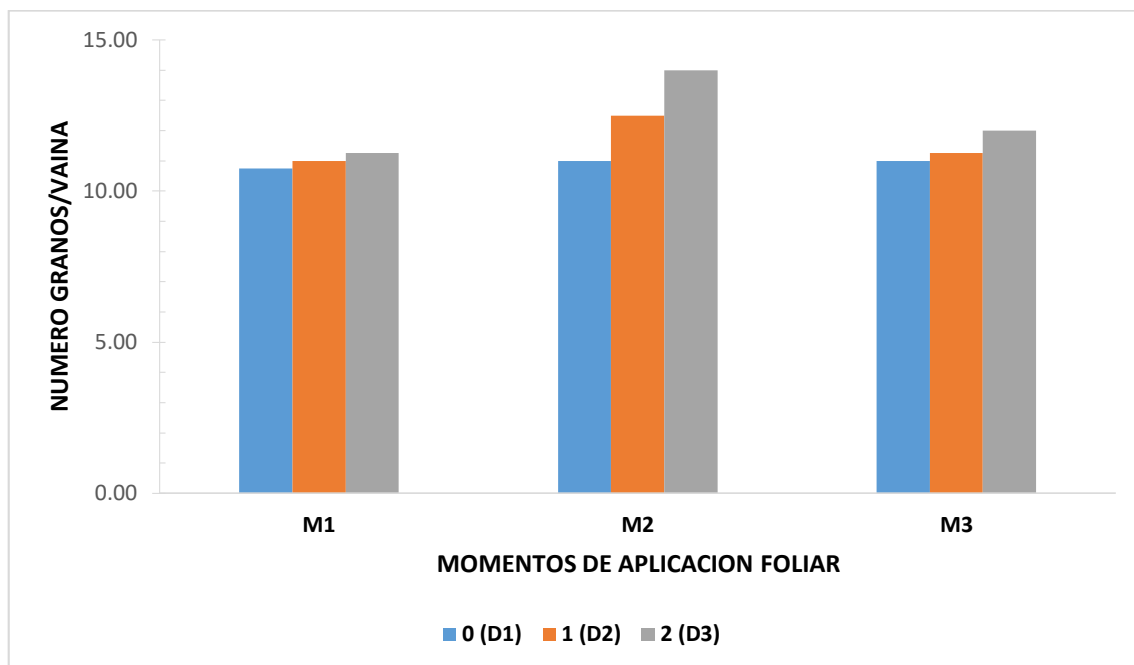


Figura 4.9 Efecto de las interacciones sobre Numero de granos por vaina

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.6 PESO DE 100 GRANOS (g.)

El Cuadro 4.9, del análisis de varianza establece que el factor momentos de aplicación foliar y la interacción muestran una alta significación estadística. El factor dosis de ácido húmico no muestra significación estadística alguna.

Se reportan coeficientes de variabilidad de 4.12% para parcela y de 4.78% para subparcela.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTO DE APLICACIÓN FOLIAR

La prueba de Duncan, Cuadro 4.10, nos muestra que los momentos de aplicación foliar Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) e Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas(M3) con valores promedios de 5.28 y 5.24 gramos presentan un comportamiento estadístico similar difiriendo éstos a su vez con el momento de aplicación 10 dds. + Inicio de floración que obtuvo un valor igual a 4.99 gramos para el peso de 100 granos. Observar Figura 4.10

Se indica de acuerdo a los resultados obtenidos que los mejores valores del peso de grano se logran cuando la aplicación foliar se efectúa en los inicios de la fase reproductiva que permite que las plantas ante las necesidades de recursos disponibles logra una mejor asimilación que favorecen los procesos metabólicos propios de la formación y conformación de los granos.

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ÁCIDO HÚMICO

El análisis de la prueba de Duncan, nos permite apreciar que la dosis de 2.0 l/200 l. de agua con un valor de 5.37 gramos presenta un comportamiento estadístico similar con el valor de la dosis de 1.0 l/200 l. de agua difiriendo estadísticamente con el promedio reportado por la dosis de 0.0 l/200 l. de agua, que fue de 4.98 gramos. Ver Figura 4.11

Se aprecia que numéricamente los pesos de los granos se incrementan a medida que aumentan la dosis de aplicación del ácido húmico, lo que favorece la disponibilidad de nutrientes los cuales son translocados a los órganos de fructificación para su constitución.

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El análisis respectivo, nos indica que las interacciones de las dosis de 0.0 y de 1.0 l/200 l. con los diferentes momentos de aplicación foliar manifiestan un comportamiento estadístico similar. Las interacciones de las dosis de 2.0 l/200 l. de agua con los momentos de aplicación foliar Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) e Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas (M3) establecen un comportamiento estadístico similar pero que difieren estadísticamente con la interacción para con el momento de aplicación 10 dds. + Inicio de floración (M3). El mayor peso de grano lo reporta la interacción de 2.0 l/200 l. de agua con el momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) al obtener un promedio igual a 5.79 gramos. Observar Figura 4.12

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	0.037	0.012	0.27	NO
Momentos de aplicación foliar (M)	2	0.614	0.307	6.76	**
Error (a)	6	0.272	0.045		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	0.930	0.465	7.61	NO
Interacción M x D	4	1.280	0.320	5.23	**
Error (b)	18	1.101	0.061		
Total	35	4.234			

CV(a): 4.12% CV (b): 4.78%

Cuadro 4.10 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para el Peso de 100 granos (g.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (1/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	4.98 a A	4.96 b A	5.00 b A	4.98 b
1 (D ₂)	5.14 a A	5.11 b A	5.24 b A	5.16 ab
2 (D ₃)	4.85 a B	5.79 a A	5.49 a A	5.37 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	4.99 B	5.28 A	5.24 A	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

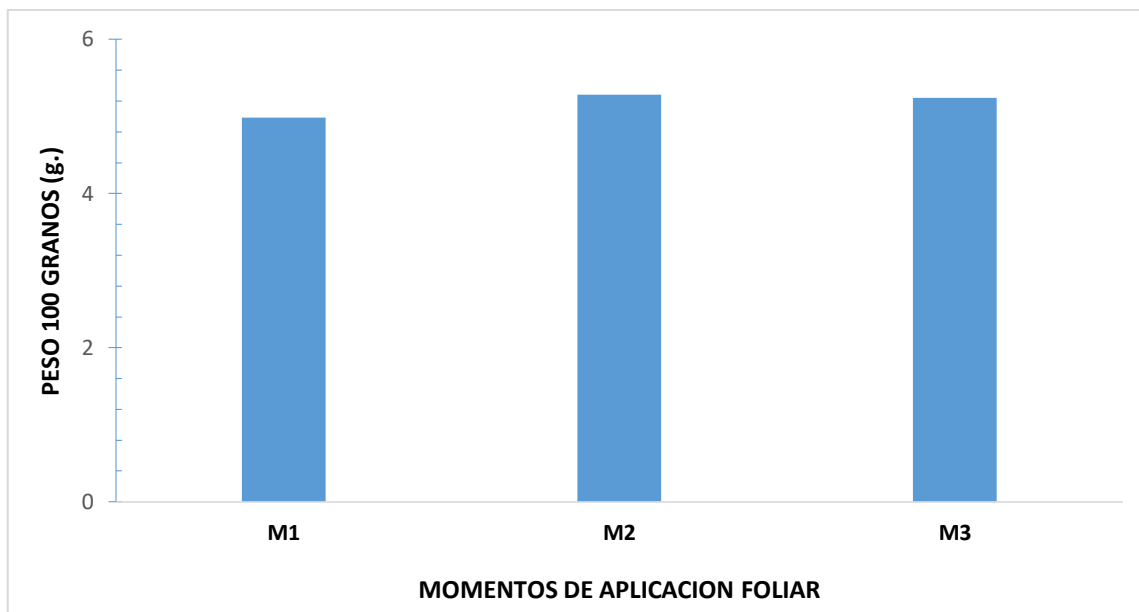


Figura 4.10 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Peso de 100 granos (g.)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

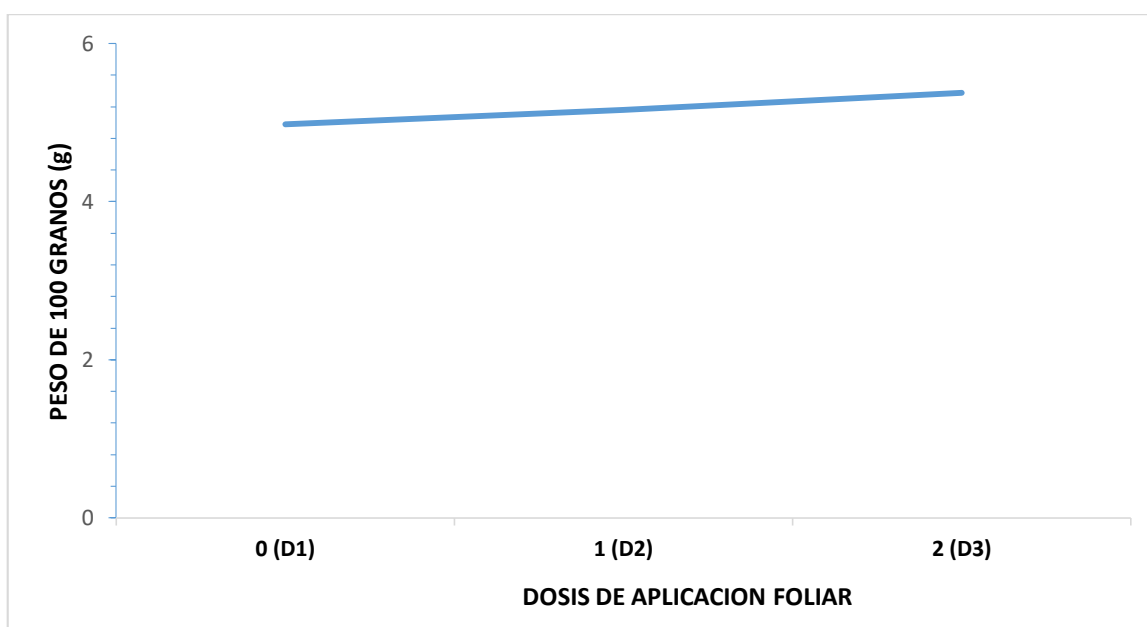


Figura 4.11 Efecto principal Dosis de aplicación foliar sobre Peso de 100 granos (g.)

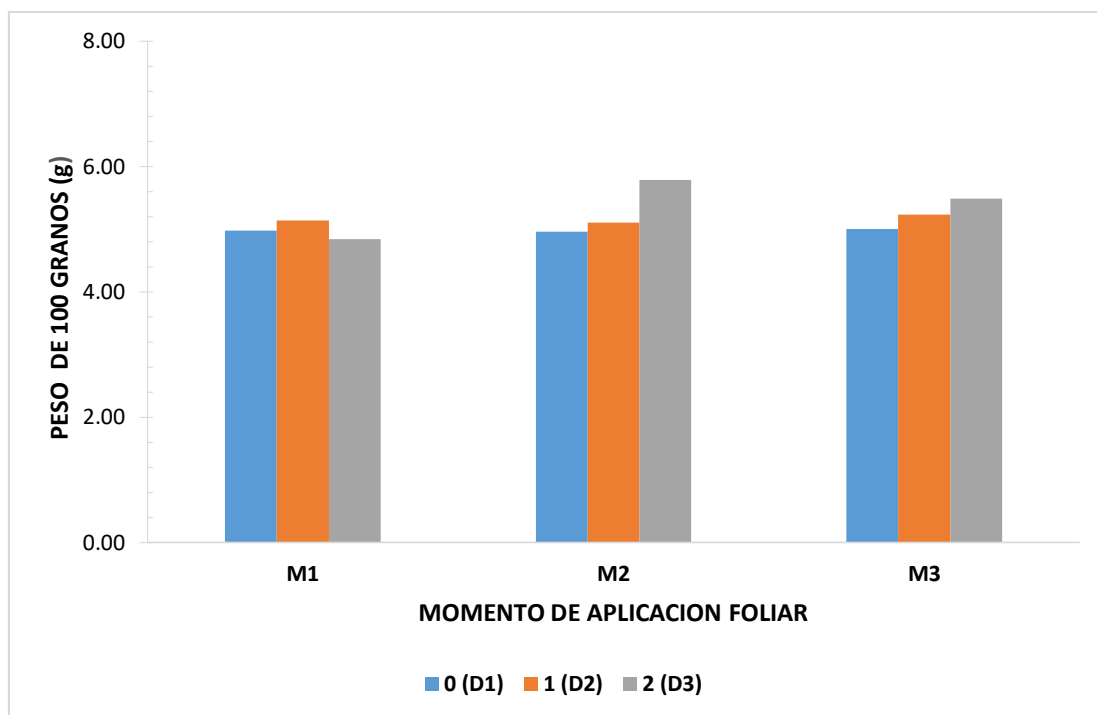


Figura 4.12 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Número de granos por vaina

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.7 ALTURA DE PLANTA (cm.)

El Cuadro 4.11 del análisis de varianza, nos indica una alta significación estadística para el factor momentos de aplicación foliar e interacción correspondiente. No se manifiesta significación estadística para el factor dosis de ácido húmico.

Los coeficientes de variabilidad obtenidos son 16.88% para parcelas y 13.53% para subparcela.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR

El análisis de la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.12 refiere que los diferentes momentos de aplicación evaluados manifiestan un comportamiento estadístico similar, destacando con el mayor valor de altura de planta el momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) con un valor de 88.79 cm. mientras que el menor valor lo reportan el momento de aplicación 10 dds. + Inicio de floración (M1) con un promedio igual a 78.10 cm. Observar Figura 4.13

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ACIDO HUMICO

Según el Cuadro 4.12, se establece que con la dosis de 2.0 l/3200 l. de agua se alcanzó el mayor valor promedio igual a 90.30 cm. que estadísticamente es similar al promedio de la dosis de 1.0 l/200 l. de agua que es de 83.21 cm. pero que difiere estadísticamente al valor que reporta la dosis de 0.0 l/200 l. de agua que fue de 78.10 cm, Ver Figura 4.14

Se indica que para el presente efecto, la dosis manifiesta influencia de tendencia lineal ascendente es decir que conforme aumenta la dosis aplicada la altura de planta es mayor, lo cual demuestra la propiedad del ácido húmico como bioestimulante especialmente en el contenido de auxinas.

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

De acuerdo a los resultados de la prueba de Duncan, se manifiesta que las interacciones de las diferentes dosis de ácido húmico con los respectivos momentos de aplicación foliar manifestaron un comportamiento estadístico similar, destacando numéricamente con la mayor altura de planta la interacción de la dosis de 2.0 l/200 l. de agua con el momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas al obtener un promedio de 94.62 cm. Véase Figura 4.15

Cuadro 4.11 Análisis de varianza para Altura de planta (cm.)

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	346.795	115.598	0.57	NO
Momentos de aplicación foliar (M)	2	719.172	359.586	1.78	**
Error (a)	6	1209.770	201.628		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	801.965	400.982	3.10	NO
Interacción M x D	4	596.792	149.198	1.15	**
Error (b)	18	2331.809	129.545		
Total	35	6006.302			

CV(a): 16.88% CV (b): 13.53%

Cuadro 4.12 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para Altura de planta (cm.) Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (l/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	79.61 a A	80.49 a A	76.45 a A	78.85 b
1 (D ₂)	69.91 a A	91.26 a A	88.45 a A	83.21 ab
2 (D ₃)	84.77 a A	94.62 a A	91.53 a A	90.30 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	78.10 A	88.79 A	85.47 A	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

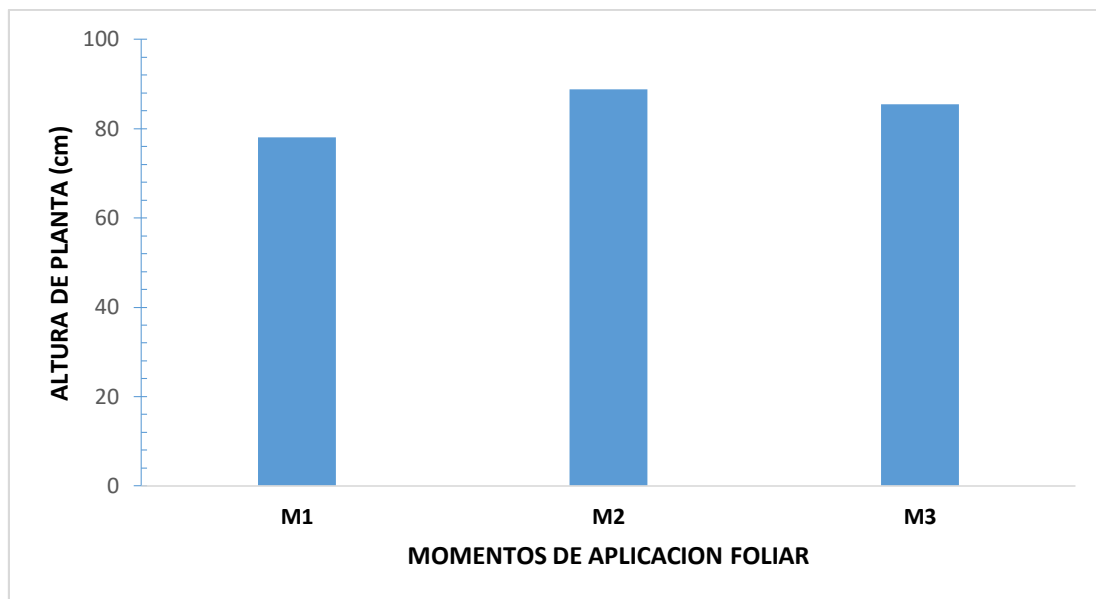


Figura 4.13 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Altura de planta (cm.)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

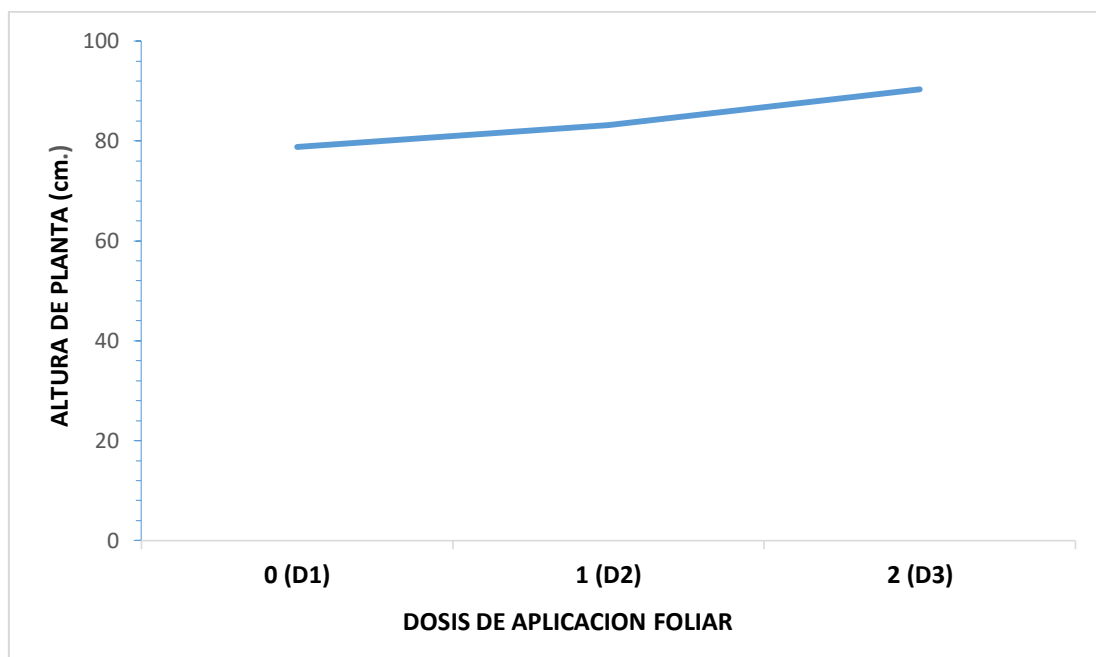


Figura 4.14 Efecto principal Dosis de aplicación foliar sobre Altura de planta (cm.)

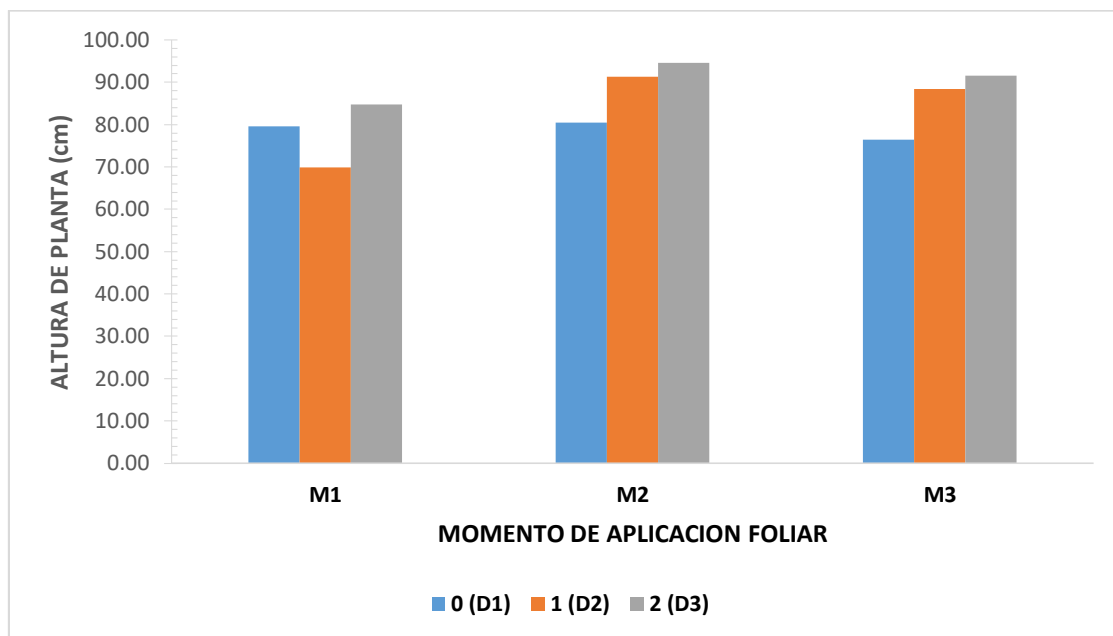


Figura 4.15 Efecto de las interacciones sobre Altura de planta (cm.)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.8. ÁREA FOLIAR POR PLANTA (dm².)

De acuerdo a lo visto en el análisis de varianza, Cuadro 4.13, se aprecia un alta significación estadística para el factor momentos de aplicación, así como para la interacción. No se reporta significación estadística alguna para el factor dosis de ácido húmico.

Se cuantifican coeficientes de variabilidad de 14.84% y 11.910% para parcelas y subparcela, respectivamente.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR

Según la prueba de Duncan, se aprecia un comportamiento estadístico similar entre los diferentes momentos de aplicación foliar evaluados y en donde el mayor promedio hallado es reportado por el momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas con un área foliar igual a 27.40 dm². Observar Figura 4.16

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ÁCIDO HÚMICO

De acuerdo a la prueba de Duncan desarrollada, se manifiesta que el mayor valor promedio de la característica es logrado por la dosis de 2.0 l/200 l. de agua con 30.05 dm² que estadísticamente manifiesta un comportamiento similar con el valor hallado con la dosis de 1.0 l/200 l. de agua pero que difiere con el valor de la dosis de 0.0 l/200 l. de agua que fue de 21.30 dm². Observar Figura 4.17

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

Según lo analizado en la prueba respectiva, podemos indicar un comportamiento estadístico similar entre las interacciones realizadas por las dosis de aplicación de ácido húmico con lo diferentes momentos de aplicación foliar.

Así mismo, observamos que las interacciones de los diferentes momentos de aplicación evaluados con las dosis de 1.0 y de 2.0 l/200 l. de agua establecen un comportamiento estadístico similar, difiriendo esas con las interacciones para con la dosis de 0.0 l/200 l. de agua. Destaca numéricamente, con la mayor área foliar la interacción del momento de aplicación Botoneo floral + Inicio de formación de vainas (M2) con la dosis de 2.0 l/200 l. de agua con un valor de 31.38 dm².

Cuadro 4.13 Análisis de varianza para Área foliar por planta (dm².)

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	6.688	2.229	0.14	NO
Momentos de aplicación foliar (M)	2	5.339	2.669	0.17	**
Error (a)	6	95.390	15.898		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	560.493	280.246	27.44	NO
Interacción M x D	4	28.445	7.111	0.70	**
Error (b)	18	183.857	10.214		
Total	35	880.212			

CV(a): 14.84% CV(b): 11.90%

Cuadro 4.14 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para Altura de planta (cm.) Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (l/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	22.63 b A	21.30 b A	19.96 b A	21.30 b
1 (D ₂)	28.93 a A	29.52 a A	29.26 a A	29.24 a
2 (D ₃)	28.37 a A	31.38 a A	30.39 a A	30.05 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	26.64 A	27.40 A	26.54 A	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

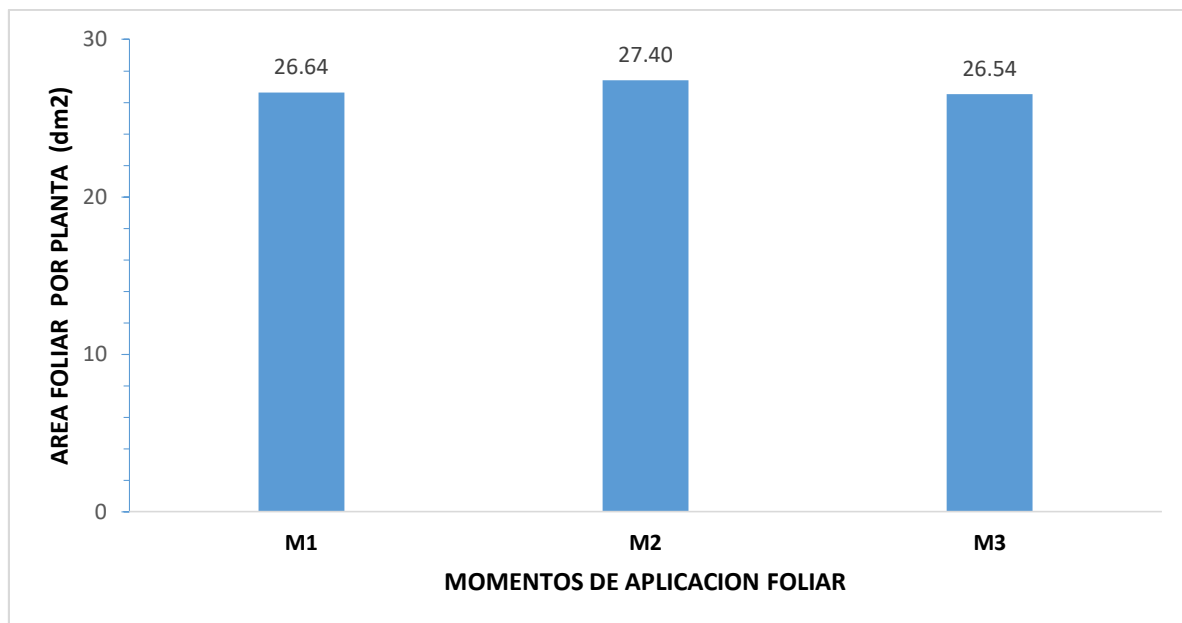


Figura 4.16 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Área foliar por planta (dm²)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

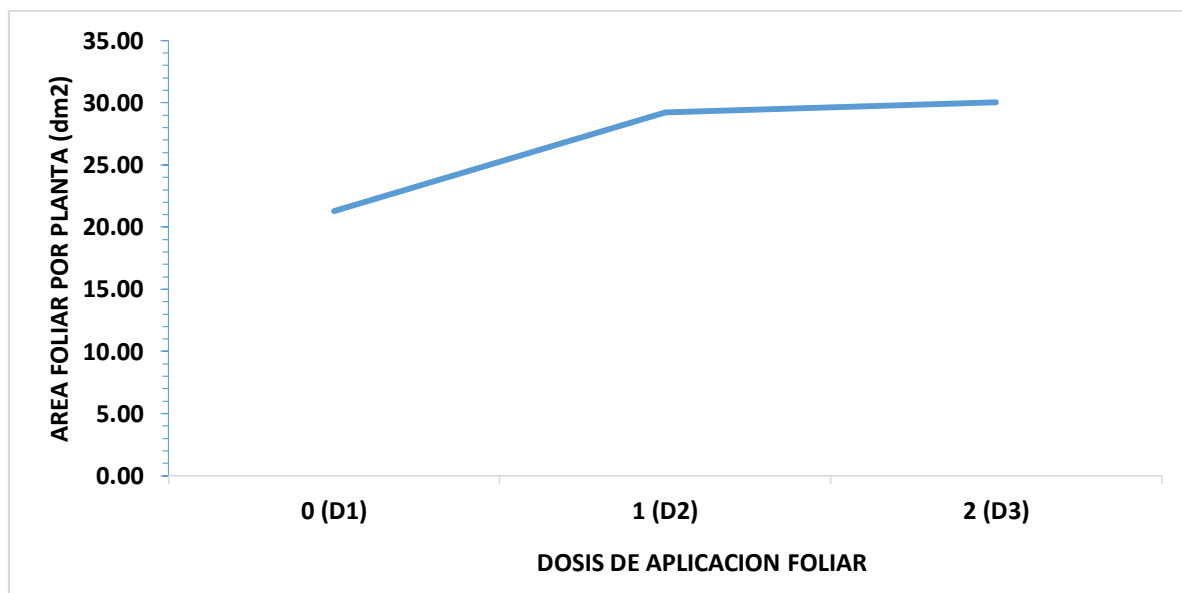


Figura 4.17 Efecto principal Dosis de aplicación foliar sobre Área foliar por planta (dm²)

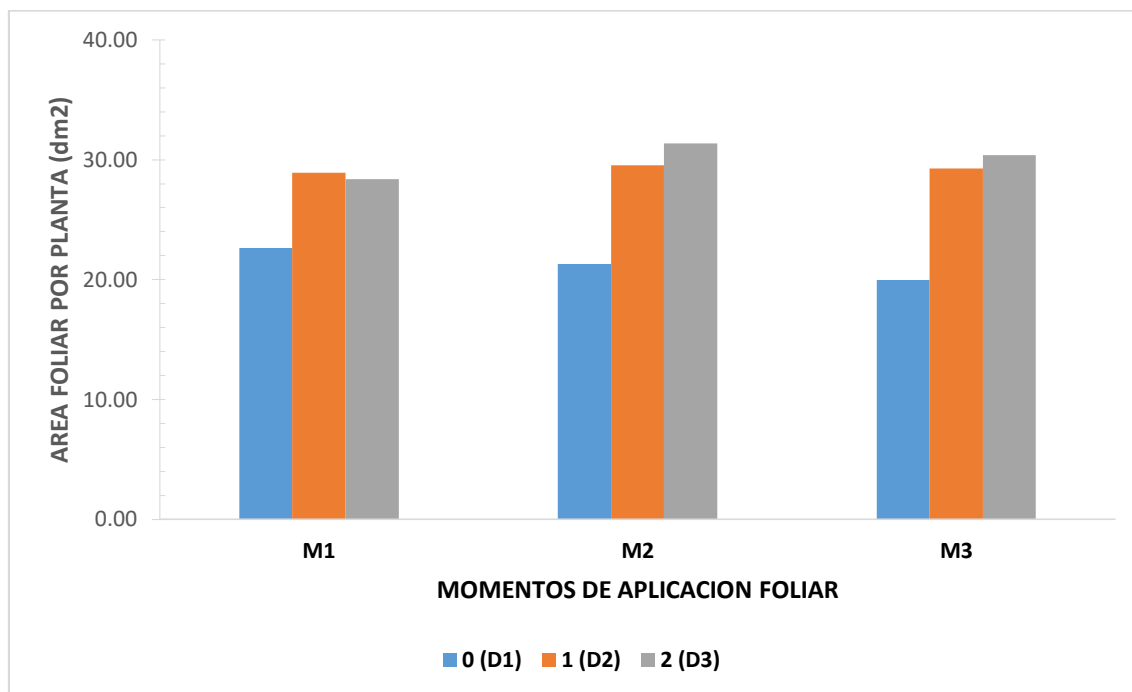


Figura 4.18 Efecto de las interacciones sobre Área foliar por planta (dm²)

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.9. NÚMERO DE NÓDULOS POR PLANTA

De acuerdo al análisis de varianza para la presente característica visualizamos una alta significación estadística para el factor momentos de aplicación foliar y la interacción respectiva. No se reporta significación estadística para el factor dosis de ácido húmico.

Se reporta coeficientes de variabilidad de 27.61% para parcelas y 27.48% para subparcela, respectivamente.

EFFECTO PRINCIPAL MOMENTOS DE APLICACIÓN FOLIAR

De acuerdo a los resultados de la prueba de Duncan desarrollada, se manifiesta un comportamiento estadístico similar entre los diferentes momentos de aplicación foliar evaluados y en donde numéricamente el mayor valor promedio lo reporta el momento Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas con 33.75 nódulos por planta. Observar Figura 4.19

EFFECTO PRINCIPAL DOSIS DE ACIDO HUMICO

Según valores hallados en el presente efecto, reportamos un comportamiento estadístico similar entre las diferentes dosis de ácido húmico evaluados, y en donde el mayor promedio es reportado por la dosis de 1.0 l/200 l. de agua con 31.42 nódulos por planta. Ver Figura 4.20

EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El Cuadro respectivo, nos muestra un comportamiento estadístico similar entre las diferentes interacciones desarrolladas para los factores evaluados, destacando numéricamente con el mayor promedio la interacción del momento de aplicación 10 dds. + Inicio de floración al obtener 36.0 nódulos por planta. Observar Figura 4.21

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	405.194	135.065	1.85	NO
Momentos de aplicación foliar (M)	2	181.556	90.778	1.24	**
Error (a)	6	438.889	73.148		
Dosis de Ac, húmico (D)	2	11.722	5.861	0.08	NO
Interacción M x D	4	271.444	67.861	0.94	**
Error (b)	18	1304.167	72.454		
Total	35	2612.972			

CV(a): 27.61% CV(b): 27.48%

Cuadro 4.16 Efecto principal Momentos de aplicación foliar, Dosis de ácido húmico e interacción para Número de Nódulos por planta. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Dosis de ácido húmico (l/200l agua)	Momentos de aplicación foliar			Efecto principal dosis de ácido húmico
	M ₁	M ₂	M ₃	
0 (D ₁)	27.25 a A	27.75 a A	35.50 a A	30.17 a
1 (D ₂)	29.50 a A	32.00 a A	32.75 a A	31.42 a
2 (D ₃)	36.00 a A	25.00 a A	33.00 a A	31.33 a
Efecto principal momentos de aplicación foliar	30.92 A	28.25 A	33.75 A	

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración+ Inicio de formación de vainas

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

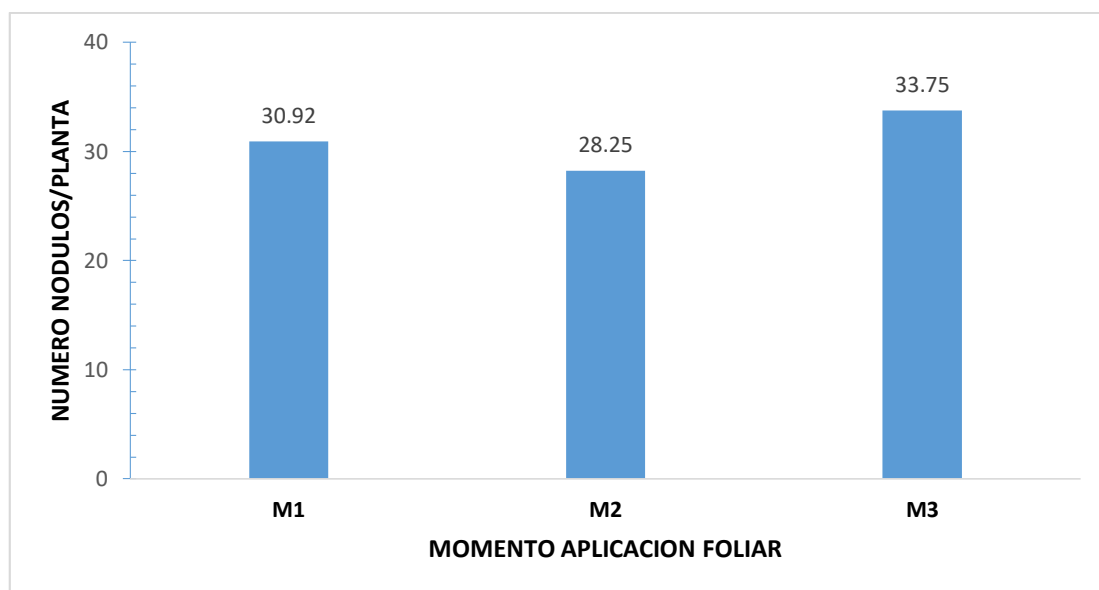


Figura 4.19 Efecto principal Momentos de aplicación foliar sobre Número de nódulos por planta

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

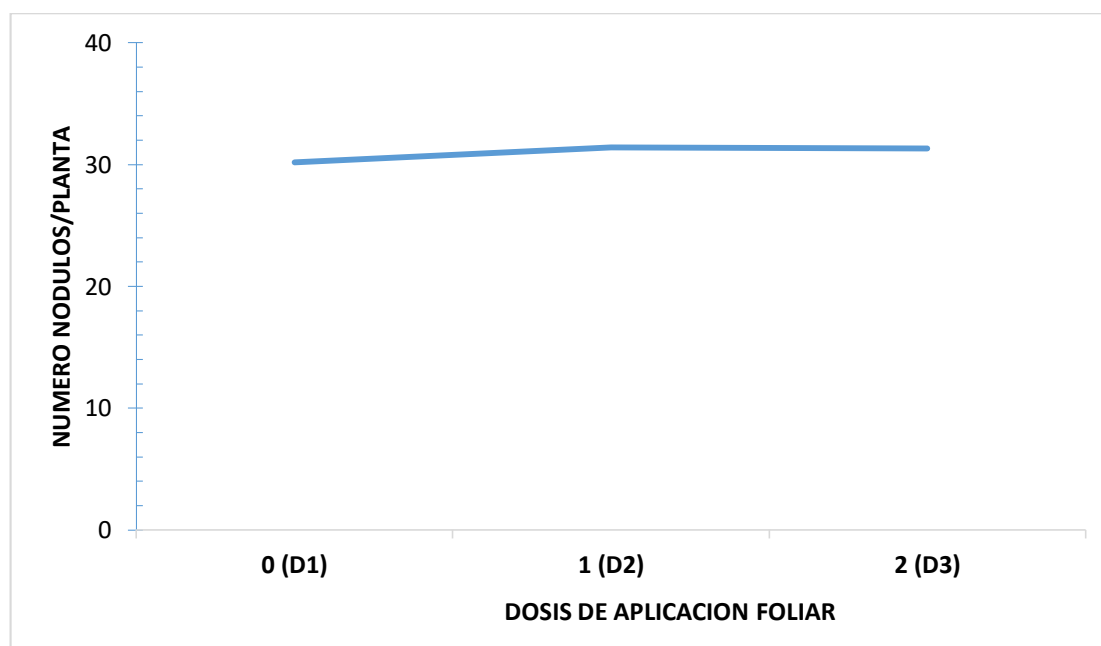


Figura 4.20 Efecto principal Dosis de aplicación foliar sobre Número de nódulos por planta

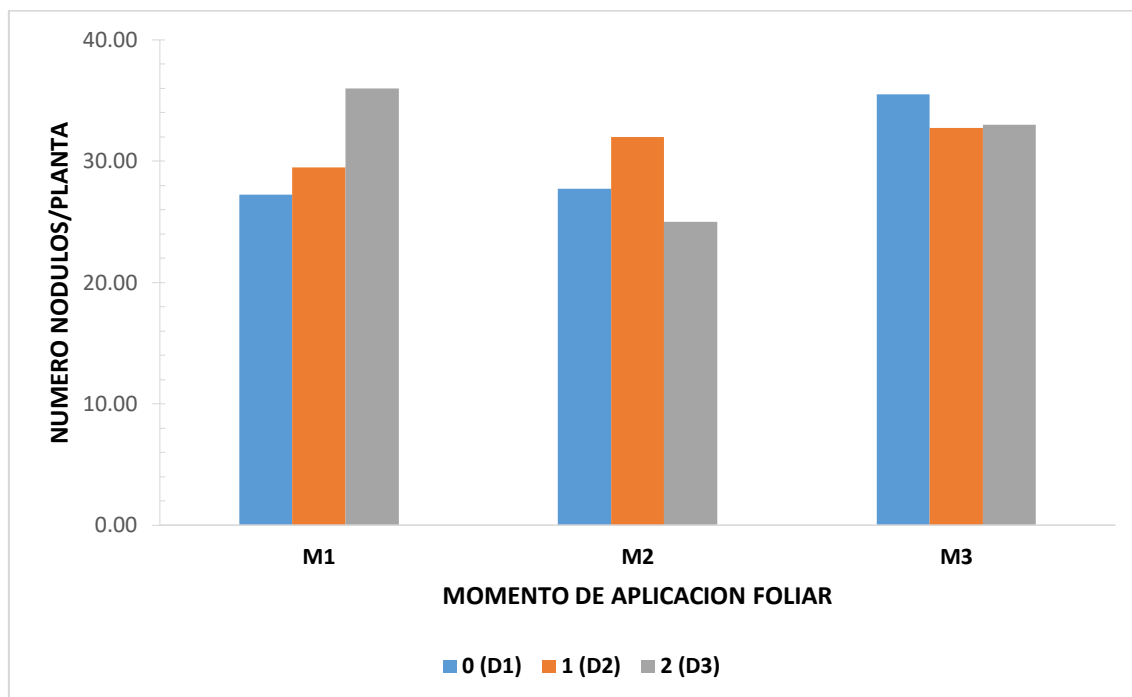


Figura 4.21 Efecto de las interacciones sobre Número de nódulos por planta

M1: 10 dds. + Inicio de floración

M2: Botoneo floral + Inicio de formación de vainas

M3: Inicio de floración + Inicio de formación de vainas

4.10 DÍAS AL INICIO DE FLORACIÓN Y PERIODO VEGETATIVO

De acuerdo al Cuadro 4.17, se visualiza que el inicio de floración de los diferentes tratamientos se inició entre los 38 a 41 días después de la siembra, asimismo, los días a la cosecha de las vainas fluctuó entre los 79 a 82 días después de la siembra. Ligeramente se observa una precocidad interesante cuando no se aplica dosis alguna en el cultivo, visualizándose un menor número de días tanto para el inicio de floración, así como para el periodo vegetativo.

Sin embargo, se puede manifestar que los factores climáticos como la temperatura, horas de sol y la radiación solar han incidido sobre el momento de la cosecha en relación a las condiciones propias la zona y temporada de instalación del cultivo además a la expresión varietal del cultivo instalado.

CUADRO 4.17 DÍAS AL INICIO DE FLORACIÓN Y PERIODO VEGETATIVO

Tratamientos	Inicio Floración (Días)	Periodo Vegetativo (Días)
1. 10 dds + Inicio de floración x 0.0 l. /200 l. agua (M ₁ D ₀)	39	79
2. 10 dds + Inicio de floración x 1.0 l. /200 l. agua (M ₁ D ₁)	39	80
3. 10 dds + Inicio de floración .x 2.0 l. /200 l. agua (M ₁ D ₂)	38	80
4.Bot.floral + In. de form. de vainas x 0.0 l./200 l agua (M ₂ D ₀)	40	82
5. Bot. floral + In. de form. de vainas x 1.0 l. /200 l agua (M ₂ D ₁)	41	81
6. Bot. floral + In. de form. de vainas x 2.0 l. /200 l agua (M ₂ D ₂)	41	82
7.Botoneo floral. + Llenado de vaina. x 0.0 l. /200 l agua (M ₃ D ₀)	40	81
8. Botoneo floral. + Llenado de vaina. x 1.0 l. /200 l agua (M ₃ D ₁)	41	80
9.Botoneo floral. + Llenado de vaina. x 0.0 l. /200 l agua (M ₃ D ₂)	41	81

4.11 ANÁLISIS ECONÓMICO

Según el Cuadro 4.18, se puede establecer que la mejor relación beneficio costo la reporta la interacción Bot. floral + In. form. vainas x 2.0 l. /200 l agua (M_2D_2) al obtener un valor de 0.56 es decir que por cada sol invertido se gana 0.56 soles. En orden de importancia económica destaca la interacción Bot. floral + In. form. vainas x 1.0 l. /200 l agua (M_2D_1) al obtener una relación de 0.47

CUADRO 4.18 ANÁLISIS ECONÓMICO

TRATAMIENTOS			Rdto. grano (Kg./ha.)	V.B.P. (S/. ha.)	Costo Produc. (S/. ha.)	Beneficio (S/. / ha.)	Relación B/C
1. 10 dds + Inicio de floración	x 0.0 l. /200 l. agua	(M ₁ D ₀)	1023.44	2865.63	3365.00	-496.37	- 0.15
2. 10 dds + Inicio de floración	x 1.0 l. /200 l. agua	(M ₁ D ₁)	1330.73	3726.04	3615.80	110.24	0.03
3. 10 dds + Inicio de floración	x 2.0 l. /200 l. agua	(M ₁ D ₂)	1567.71	4389.59	3712.60	676.99	0.18
4. Bot. floral + In. form. vainas	x 0.0 l. /200 l. agua	(M ₂ D ₀)	1002.60	2807.28	3365.00	-557.72	-0.17
5. Bot. floral + In. form. vainas	x 1.0 l. /200 l. agua	(M ₂ D ₁)	1679.69	4703.13	3688.40	1014.76	0.47
6. Bot. floral + In. form. vainas	x 2.0 l. /200 l. agua	(M ₂ D ₂)	2138.02	5986.46	3833.60	2152.86	0.56
7. Bot. floral + Llenado vaina.	x 0.0 l. /200 l. agua	(M ₂ D ₀)	1031.25	2887,50	3365.00	-477.5	-0.14
8. Bot. floral + Llenado vaina.	x 1.0 l. /200 l. agua	(M ₂ D ₁)	1552.08	4345.82	3688.40	657.42	0.18
9. Bot. floral + Llenado vaina.	x 2.0 l. /200 l. agua	(M ₂ D ₂)	1921.88	5381.26	3857.80	1523.46	0.39
Precio de kilo Frijol loctao (chacra)			:	S/. 2.80 soles			
Precio de ácido húmico			:	S/. 22.00			
2 jornales por aplicación foliar			:	S/. 70.00			

RUBRO	UNIDAD	N° UNIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
A. GASTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
- Limpieza del campo	Jornal	2	35.00	70.00
- Aradura en seco	Hora/máq.	2	120.00	240.00
- Riego de machaco	Jornal	2	35.00	70.00
- Gradeo	Hora/máq.	2	120.00	240.00
- Surcadura	Hora/máq.	1	100.00	100.00
- Parcelación del campo	Jornal	2	35.00	70.00
				<u>S/. 790.00</u>
2. LABORES CULTURALES				
- Siembra	Jornal	8	35.00	280.00
- Deshierbos manuales (03)	Jornal	6	35.00	210.00
- Cultivo	Tracc.Ani.	1	50.00	50.00
- Aplic. de fertilizante	Jornal	4	35.00	140.00
- Riegos (3)	Jornal	6	35.00	210.00
- Control fitosanitario (2)	Jornal	4	35.00	140.00
- Cosecha manual	Jornal	8	35.00	280.00
				<u>S/. 1,310.00</u>
3. INSUMOS				
- Semilla	Kilos	15	7.00	105.00
- Fertilizante Superfosfato	bolsas	5	150.00	750.00
- Ajo	kilos	10	5.00	50.00
				<u>S/. 905.00</u>
II. GASTOS INDIRECTOS				
- Análisis de suelo	Muestra	1	60.00	60.00
- Imprevistos(10% G.D.)			-	300.50
				<u>S/. 360.50</u>
TOTAL GENERAL:				<u><u>S/.3,365.50</u></u>

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones experimentales y agroclimáticas bajo las cuales se desarrolló el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

1. El momento de aplicación foliar de ácido húmico más apropiado para la mejor producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao fue Botoneo floral + Inicio de formación de vainas
2. La dosis de ácido húmico de mayor incidencia en producción de grano y expresión de las características morfoproductivas del frijol loctao, fue la de 2.0 l/200 l. de agua que permitió obtener 1875.87kg/ha.
3. La interacción de mejor respuesta agronómica a las condiciones de estudio fue la del momento de aplicación foliar Botoneo floral + Inicio de formación de vainas con la dosis de ácido húmico de 2.0 l/200 l. de agua, que reporta un rendimiento de grano igual a 2138.02 kg/ha.
4. La mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación, fue: Bot. floral + In. form. vainas x 2.0 l. /200 l agua (M₂D₂) al obtener un valor de 0.56

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos, y en similares condiciones agroclimáticas, se recomienda:

1. En siembras de frijol loctao, para la aplicación de ácido húmico efectuarlo en el momento Botoneo floral + Inicio de formación de vainas.
2. En siembras de frijol Loctao y en aplicaciones de ácido húmico emplear la dosis de 2.0 l/200 l. de agua.
3. Efectuar trabajos similares empleando mayores dosis de aplicación de ácido húmico.
4. En trabajos similares efectuar investigaciones con otros tipos de ácidos húmicos.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aiken, G.R., Mcknight, D.M., Wershaw, R.L. y MacCarthy, P. (1985). In G.R. Aiken D.M. McKnight, R.L. Wershaw, P. MacCarthy (Eds.) Humic Substances in Soil, Sediment, and Water, John Wiley, New York, 1-9. Recuperado de : <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
2. Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón. ASPROMOR (2012). Manual de cultivo de frijol caupi. Proyecto Norte Emprendedor. Piura – Perú.
Recuperado:http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/CAUPI.pdf
3. Ayuso, L.M. (1995). Utilización de residuos urbanos como enmiendas orgánicas sólidas y líquidas: Valoración agronómica y efectividad frente a enmiendas tradicionales. Tesis Doctoral. CEBAS-CSIC. Murcia. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
4. Barón, R. Benítez, I.C. y González, J.L. (1995). Influencia de la dosis creciente de un abono orgánico en un cultivo de trigo. Agrochimica XXXIX, 5-6; 280-289. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
5. Bear, F. C. (1993). Suelos y Fertilizantes. Segunda Edición. Barcelona. Editorial OMEGA. .
6. Bocanegra, S. y Echandi, E. (1969). Cultivo de menestras en el Perú. Ministerio de Agricultura. Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Lima – Perú.
7. Box, M. (1961). Leguminosas de grano. Edición Salvat S.A. Primera edición. Barcelona – España.

8. Bruno, A. H. (1990). Leguminosa alimenticias. 1ª Edición. Distribuidora Fraile S.A. CONCYTEC. Lima – Perú.
9. Chukov, S.N., Talishkina, V.D. y Nadporozhskaya, M.A. (1996). Physiological activity of growth stimulators and of soil humic acids. *Eurasian Soil Science*, 28 (4), 30-39.
10. Csicsor, J., Gerse, J. y Titkos, A. (1994). The biostimulant effect of different humic substance fractions on seed germination. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) *Humic substances in the global environment and implications on human health*. Elsevier Science B.V. Amsterdam. Recuperado de:
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
11. De Haro A. (1983) La calidad nutritiva de las leguminosas grano. En Cubero JI, Moreno MT. *Leguminosas de grano*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1983; 212-218.
12. Dubbini, G. (1995). Interés de los bioestimulantes. *Hortoinformación*, 9, 50- 51. Recuperado de:
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
13. Fernández, A. L., Marzo, L., Román, J., Díaz, M. y Santidrián, S. (1995) Efecto hipocolesterolemizante de las leguminosas. Departamentos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Pediatría y Fisiología Humana. Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Departamento de Producción Agraria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra.
14. Führ, F. y Sauerbeck, D. (1967). The uptake of colloidal organic substances by plant roots as shown by experiments with ¹⁴C-labelled humus compounds. p. 73-82. In Report FAO/IAEA Meeting, Viena, Pergamon Press, Oxford. Recuperado de:
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>

15. Gallardo, J.F. (1980). El Humus. Investigación y ciencia. 46, 8-16.
16. Galli, E., Cegarra, J. Tomati, U. y Roig, A. 1994. Effect of humified materials on plant metabolism. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. ElsevierScience B.V. Amsterdam.
Recuperado de:
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
17. Litzenberger, S. (1976). Guía para los cultivos de los trópicos y sub.- trópicos. Agencia para el desarrollo internacional. A.I.D. México.
18. MaCarthy, P., Malcolm, R.L., Clapp, C.E. y Bloom, P.R. (1990). An introduction to soil humic substances. pp. 1-12. In P. MacCarthy, C.E. Clapp, R.L. Malcolm, P.R. Bloom (Eds.) Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings. Proceedings of a symposium by th IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
19. Marzo F, Fernández González AL, Tosar A, Frübck G, Salidrian S. (1989). Effect of raw legumes on intestinal absorption: A shon review. *RevespFisiol* 1989; 45 (supl): 303-306.
20. Kay, D.E. (1983). Leguminosas de grano. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
21. Programa de menestras para exportación – PROMPEX (2000). Producción de leguminosas de grano para exportación. Serie manual técnico N° 2/99. Chiclayo – Perú.
22. Pincay, F. V. J. (2016) Estudio de fertilización edáfica y foliar en tres variedades de frejol caupí (*Vigna unguiculata* L.). (Tesis Ingeniero Agrónomo) Universidad de Guayaquil – Ecuador.
Recuperado <http://aspromorperu.org/documentos/Fichatecnicacomercial-productivafrijolcaupi.pdf>

23. Ramos, R. R. (2000) Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante. Facultad de Ciencias. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
24. Salle, N. S. (1969). Comercial Blakey En Bean Production In California. Circular 549. University of California. División Agricultural Science.
25. Sistema Integrado de Estadística Agraria • SIEA • (2015). Boletín Estadístico Agrario. MINAGRI. Autoridad Estadística Agraria Nacional: Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas – DGESEP. 164p.
26. Sladky, Z. (1959). The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. Biol. Plant. 1, 142-150.
27. Smidova, M. (1962). Effect of sodium humate on swelling and germination of plant roots. Biol. Plant. 4, 112-118.
28. Sotelo, W. (1967). Estudio de la densidad de siembra en el cultivo de frijol Caupí chileno en el Valle del Chira – Piura. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Agraria la Molina. Lima - Perú.
29. Stevenson, F.J. (1994). Humus chemistry. Genesis, composition, reactions. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>
30. Toledo, R. E. (s.f.) Bases ecofisiológicas para el manejo de poroto mung [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. Cereales y Oleaginosas Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. Recuperado de: <https://ansenuza.unc.edu.ar/comunidades/bitstream/handle/11086.1/1162/Bases%20ecofisiologicas%20para%20el%20manejo%20de%20poroto%20mung.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. Varanini, Z; Pinton, R.; De Biasi, M.G.; Astolfi, S.; Maggioni, A. (1993). Plant Soil 153: 61-69. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10018/1/Ramos-Ruiz-Roberto.pdf>

32. Vaughan, D. y Linehan, D.J. (1976). The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *PlantSoil*, 44, 445-449.
33. ----- (1981) VAUGHAN, D. y ORD, B.G. 1981. Uptake and incorporation of ¹⁴C-labelled soil organic matter by roots of *Pisumsativum* L. *J. Exp. Bot.* 32, 679-687.

ANEXOS

8.1 Rendimiento de Kg/ unidad experimental (Área cosechable)

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +NIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +NIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	1.10	1.35	1.48	3.93	1.13	1.52	1.96	4.61	0.92	1.61	1.75	4.28	12.82
II	0.96	1.28	1.54	3.78	1.14	1.64	2.10	4.88	0.82	1.48	1.82	4.12	12.78
III	1.05	1.16	1.40	3.61	0.72	1.75	2.30	4.77	1.10	1.51	1.94	4.55	12.93
IV	0.82	1.32	1.60	3.74	0.86	1.54	1.85	4.25	1.12	1.36	1.87	4.35	12.34
Σ MxD	3.93	5.11	6.02	15.06	3.85	6.45	8.21	18.51	3.96	5.96	7.38	17.30	50.87
PROM	0.98	1.28	1.51	1.26	0.96	1.61	2.05	1.54	0.99	1.49	1.85	1.44	1.41
Σ M	M1		15.06		M2		18.51		M3		17.30		
PROM			1.26				1.54				1.44		
Σ D	D1		11.74		D2		17.52		D3		21.61		
PROM			0.98				1.46				1.80		

8.2 Rendimiento de grano por hectárea

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	1145.83	1406.25	1541.67	4093.75	1177.08	1583.33	2041.67	4802.08	958.33	1677.08	1822.92	4458.33	13354.17
II	1000.00	1333.33	1604.17	3937.50	1187.50	1708.33	2187.50	5083.33	854.17	1541.67	1895.83	4291.67	13312.50
III	1093.75	1208.33	1458.33	3760.42	750.00	1822.92	2395.83	4968.75	1145.83	1572.92	2020.83	4739.58	13468.75
IV	854.17	1375.00	1666.67	3895.83	895.83	1604.17	1927.08	4427.08	1166.67	1416.67	1947.92	4531.25	12854.17
Σ MxD	4093.75	5322.92	6270.83	15687.50	4010.42	6718.75	8552.08	19281.25	4125.00	6208.33	7687.50	18020.83	52989.58
PROM	1023.44	1330.73	1567.71	1307.29	1002.60	1679.69	2138.02	1606.77	1031.25	1552.08	1921.88	1501.74	1471.93
Σ M	M1		15687.50		M2		19281.25		M3		18020.83		
PROM			1307.29				1606.77				1501.74		
Σ D	D1		12229.17		D2		18250.00		D3		22510.42		
PROM			1019.10				1520.83				1875.87		

8.3 Número de vainas por planta

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	28.00	26.00	38.00	92.00	28.00	60.00	68.00	156.00	24.00	44.00	54.00	122.00	370.00
II	26.00	30.00	26.00	82.00	32.00	54.00	75.00	161.00	26.00	50.00	62.00	138.00	381.00
III	24.00	31.00	41.00	96.00	36.00	48.00	60.00	144.00	31.00	62.00	68.00	161.00	401.00
IV	30.00	28.00	32.00	90.00	30.00	56.00	56.00	142.00	28.00	46.00	54.00	128.00	360.00
Σ MxD	108.00	115.00	137.00	360.00	126.00	218.00	259.00	603.00	109.00	202.00	238.00	549.00	1512.00
PROM	27.00	28.75	34.25	30.00	31.50	54.50	64.75	50.25	27.25	50.50	59.50	45.75	42.00
Σ M	M1		360.00		M2		603.00		M3		549.00		
PROM			30.00				50.25				45.75		
Σ D	D1		343.00		D2		535.00		D3		634.00		
PROM			28.58				44.58				52.83		

8.4 Número de granos por vaina

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	10.00	10.00	12.00	32.00	12.00	12.00	14.00	38.00	10.00	12.00	12.00	34.00	104.00
II	10.00	12.00	12.00	34.00	10.00	12.00	12.00	34.00	12.00	12.00	12.00	36.00	104.00
III	12.00	12.00	11.00	35.00	10.00	14.00	14.00	38.00	12.00	11.00	12.00	35.00	108.00
IV	11.00	10.00	10.00	31.00	12.00	12.00	16.00	40.00	10.00	10.00	12.00	32.00	103.00
Σ MxD	43.00	44.00	45.00	132.00	44.00	50.00	56.00	150.00	44.00	45.00	48.00	137.00	419.00
PROM	10.75	11.00	11.25	11.00	11.00	12.50	14.00	12.50	11.00	11.25	12.00	11.42	11.64
Σ M	M1		132.00		M2		150.00		M3		137.00		
PROM			11.00				12.50				11.42		
Σ D	D1		131.00		D2		139.00		D3		149.00		
PROM			10.92				11.58				12.42		

8.5 Peso de 100 granos (g.)

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	5.02	5.16	5.15	15.33	5.12	4.46	5.92	15.50	4.86	5.10	5.61	15.57	46.40
II	4.82	5.20	5.10	15.12	5.02	5.32	5.71	16.05	5.05	5.28	5.54	15.87	47.04
III	4.94	5.13	4.82	14.89	4.60	5.28	5.68	15.56	5.18	5.26	5.48	15.92	46.37
IV	5.13	5.08	4.31	14.52	5.10	5.36	5.84	16.30	4.92	5.30	5.32	15.54	46.36
Σ MxD	19.91	20.57	19.38	59.86	19.84	20.42	23.15	63.41	20.01	20.94	21.95	62.90	186.17
PROM	4.98	5.14	4.85	4.99	4.96	5.11	5.79	5.28	5.00	5.24	5.49	5.24	5.17
Σ M	M1		59.86		M2		63.41		M3		62.90		
PROM			4.99				5.28				5.24		
Σ D	D1		59.76		D2		61.93		D3		64.48		
PROM			4.98				5.16				5.37		

8.6 Altura de planta (cm.)

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	82.10	92.30	94.37	268.77	71.52	92.10	98.34	261.96	62.10	93.12	92.10	247.32	778.05
II	79.43	90.18	85.14	254.75	80.13	86.14	96.72	262.99	70.24	90.18	94.38	254.80	772.54
III	76.82	24.30	80.10	181.22	84.10	92.70	89.10	265.90	86.10	86.30	89.52	261.92	709.04
IV	80.10	72.86	79.45	232.41	86.22	94.10	94.31	274.63	87.34	84.20	90.10	261.64	768.68
Σ MxD	318.45	279.64	339.06	937.15	321.97	365.04	378.47	1065.48	305.78	353.80	366.10	1025.68	3028.31
PROM	79.61	69.91	84.77	78.10	80.49	91.26	94.62	88.79	76.45	88.45	91.53	85.47	84.12
Σ M	M1		937.15		M2		1065.48		M3		1025.68		
PROM			78.10				88.79				85.47		
Σ D	D1		946.20		D2		998.48		D3		1083.63		
PROM			78.85				83.21				90.30		

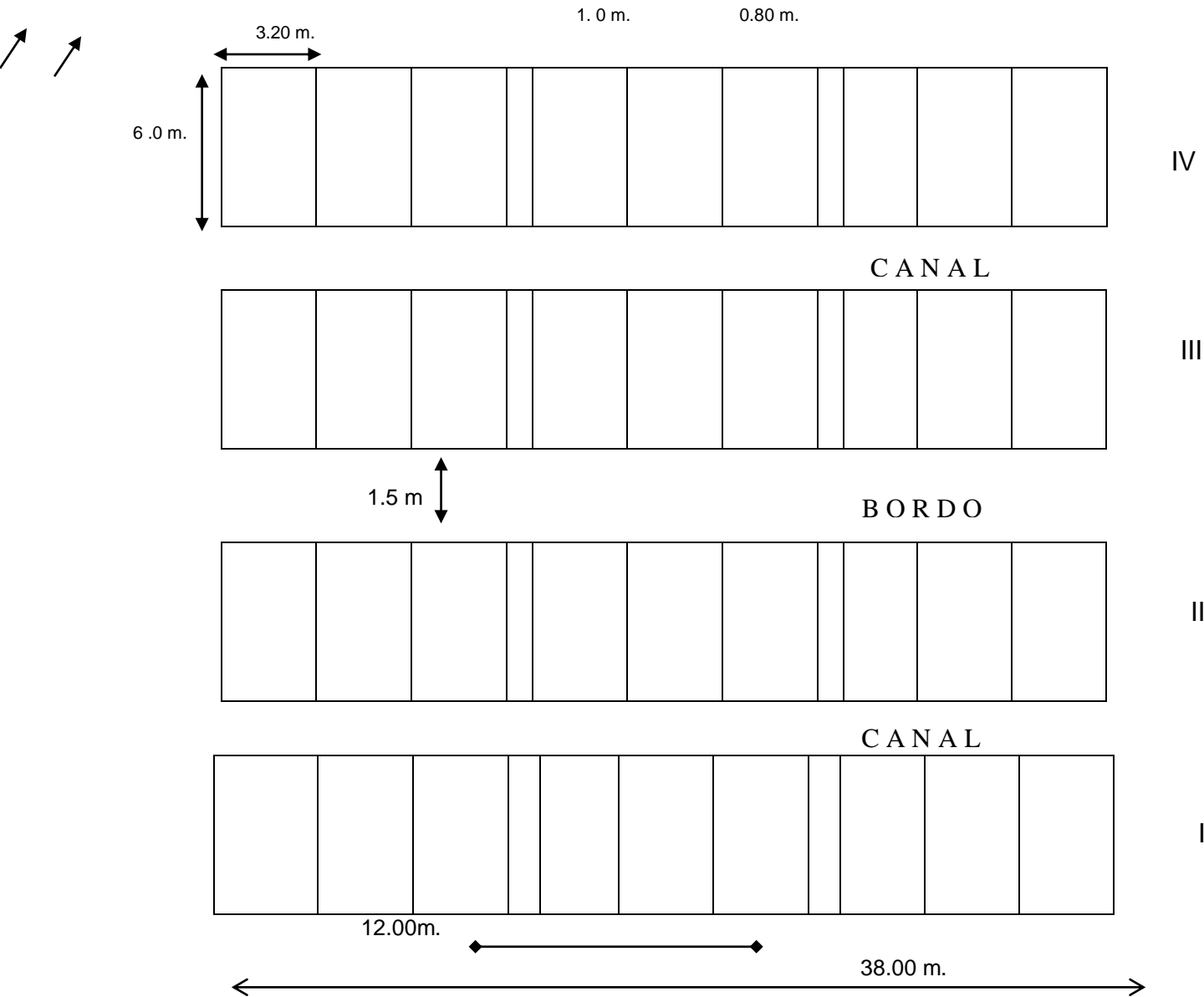
8.7 Área foliar por planta (dm²)

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	TOTAL
I	22.14	39.16	30.16	91.46	21.14	28.72	32.40	82.26	20.44	26.10	28.10	74.64	248.36
II	26.16	26.10	28.40	80.66	18.36	30.10	28.16	76.62	19.12	28.32	34.26	81.70	238.98
III	20.08	26.14	26.72	72.94	20.30	32.46	34.26	87.02	18.13	30.20	30.72	79.05	239.01
IV	22.15	24.30	28.20	74.65	25.41	26.80	30.70	82.91	22.16	32.42	28.46	83.04	240.60
Σ MxD	90.53	115.70	113.48	319.71	85.21	118.08	125.52	328.81	79.85	117.04	121.54	318.43	966.95
PROM	22.63	28.93	28.37	26.64	21.30	29.52	31.38	27.40	19.96	29.26	30.39	26.54	26.86
Σ M	M1		319.71		M2		328.81		M3		318.43		
PROM			26.64				27.40				26.54		
Σ D	D1		255.59		D2		350.82		D3		360.54		
PROM			21.30				29.24				30.05		

8.8 Número de nódulos por planta

BLOQUE	10 DDS+INICIO FLORACION (M1)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				BOTON FLORAL +INIC. FORM. VAINA (M2)				TOTAL
	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	0 (D1)	1 (D2)	2 (D3)	Σ	
I	25.00	26.00	31.00	82.00	34.00	42.00	36.00	112.00	52.00	30.00	42.00	124.00	318.00
II	32.00	30.00	42.00	104.00	26.00	36.00	28.00	90.00	29.00	29.00	46.00	104.00	298.00
III	18.00	42.00	38.00	98.00	16.00	28.00	20.00	64.00	26.00	34.00	24.00	84.00	246.00
IV	34.00	20.00	33.00	87.00	35.00	22.00	16.00	73.00	35.00	38.00	20.00	93.00	253.00
Σ MxD	109.00	118.00	144.00	371.00	111.00	128.00	100.00	339.00	142.00	131.00	132.00	405.00	1115.00
PROM	27.25	29.50	36.00	30.92	27.75	32.00	25.00	28.25	35.50	32.75	33.00	33.75	30.97
Σ M	M1		371.00		M2		339.00		M3		405.00		
PROM			30.92				28.25				33.75		
Σ D	D1		362.00		D2		377.00		D3		376.00		
PROM			30.17				31.42				31.33		

CROQUIS 01.DIMENSIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL



CROQUIS 02: ALEATORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

